ISAAC ASIMOV

COLEÇÃO FRONTEIRAS DO UNIVERSO

1

CR$ = Z6
VEJA TABELA

CÓD. 6991/1



Abril Jovem

O SISTEMA SOLAR

ISAAC ASIMOV

COLEÇÃO FRONTEIRAS DO UNIVERSO

O Sistema Solar

por Isaac Asimov

LIVROS ★ Abril Jovem ★

Abril Jovem

Fundador: VICTOR CIVITA (1907-1990)
Diretoria: Roberto Civita, Richard Civita, Angelo Rossi, Ike Zarmati
Diretor-Superintendente: Ike Zarmati
Diretor-Gerente: Fabio Mendia
Grupo Livros Abril Jovem
Diretor: Júlio de Andrade Filho
Editor: Marcelo Alencar
Chefe de Arte: Simone Leandro
Auxiliar de Arte: Vandré de Oliveira Silva
Coordenador de Produção: Ramilto Biondo
Produção Externa: LCM Design, José Eduardo Mendonça (tradução)
Gerente de Produto: Otto Mercadante Busch
Gerente de Desenvolvimento de Mercado: Ari Caleffi
Analista de Circulação: Wanderlei dos Santos
Gerente de Promoções e Propaganda: Maria Luiza Volponi
Supervisor de Promoções: Marcos Vinícius Cavaliere
Diretor de Administração e Finanças: Joares Ramos Barbosa
Diretor Responsável: S. Fukumoto

Editora Abril Jovem S.A. - Rua Bela Cintra, 299 - CEP 01415-000 - Caixa Postal 2372 - São Paulo, SP.
Impresso na Divisão Gráfica da Editora Abril S.A. - Fones: (011) 877-1150 e 877-1588.
Distribuído pela DINAP - Distribuidora Nacional de Publicações.
Se estes livros não estiverem disponíveis nas bancas e livrarias próximas a você, ligue para (011) 810-5001, ramais 213 e 244 e veja como consegui-los.

A Gareth Stevens Children's Book Edition
Editado, planejado e produzido por
Gareth Stevens, Inc. 7317 West Green Tree Road
Milwaukee, Wisconsin 53223, USA

Capa: © Brian Sullivan 1988
Design: Laurie Shock
Pesquisa de Imagens: Kathy Keller
Arte: Kathy Keller e Laurie Shock
Edição do Projeto: Mark Sachner
Edição de Consultoria Técnica: Greg Walz-Chojnacki

Os editores agradecem às seguintes pessoas e instituições por permitirem a reprodução de material:
Capa, pp. 24, 25 © Brian Sullivan 1988; pp. 4, 5 (acima), 6-7, 10, 28 (acima), © Tom Miller; p. 5 (abaixo), National Optical Astronomy Observatories; p. 9, © David Hardy; pp. 12, 16, © Lynette Cook 1988; pp. 14, 21, © Lynette Cook 1987; pp. 13, 15 (todas), 19 (ambas), cortesia da NASA; p. 17, © Michael Carrol; p. 18, © Kurt Burmann 1988; pp. 20-21 (acima), © Dennis Milon; p. 22 (acima), © George East; p. 22 (abaixo), © Julian Baum 1988; p. 23 (ambas), © John Laborde; p. 25 (abaixo), © Doug McLeod; p. 26, Space Science Telescope Institute; p. 27 (acima), © John Foster; p. 27 (abaixo), © Paul DiMare; p. 28 (abaixo), © Ron Miller.

ISBN 85-7305-009-8

ÍNDICE

Introdução

O Universo no qual vivemos é um lugar enorme. Apenas nos últimos 50 anos aprendemos o quanto ele é grande de verdade.

É natural que queiramos entender o lugar no qual vivemos. Por isso neste meio século criamos instrumentos que nos ajudam a entendê-lo. Temos sondas, satélites, rádiotelescópios e muitas outras coisas que nos dizem muito mais sobre o Universo do que se poderia imaginar quando eu era jovem.

Hoje em dia já vimos os planetas de muito perto, até o distante Urano. Mapeamos Vênus através de suas nuvens. Vimos vulcões mortos em Marte e vivos em Io, uma das luas de Júpiter. Aprendemos fatos impressionantes sobre como o Universo nasceu e temos algumas idéias de como ele pode morrer. Nada pode ser mais fascinante e mais interessante.

Os mundos que vimos de perto são, até o momento, todos membros da família de nosso Sol. São mundos que orbitam o Sol, assim como a própria Terra. Chamamos o conjunto de sistema solar porque o Sol é seu objeto central e de longe o maior. Os mundos do sistema solar são bem diferentes uns dos outros e cada um deles é, à sua maneira, um lugar fascinante.

Vamos dar uma olhada nisso tudo!

Isaac Asimov

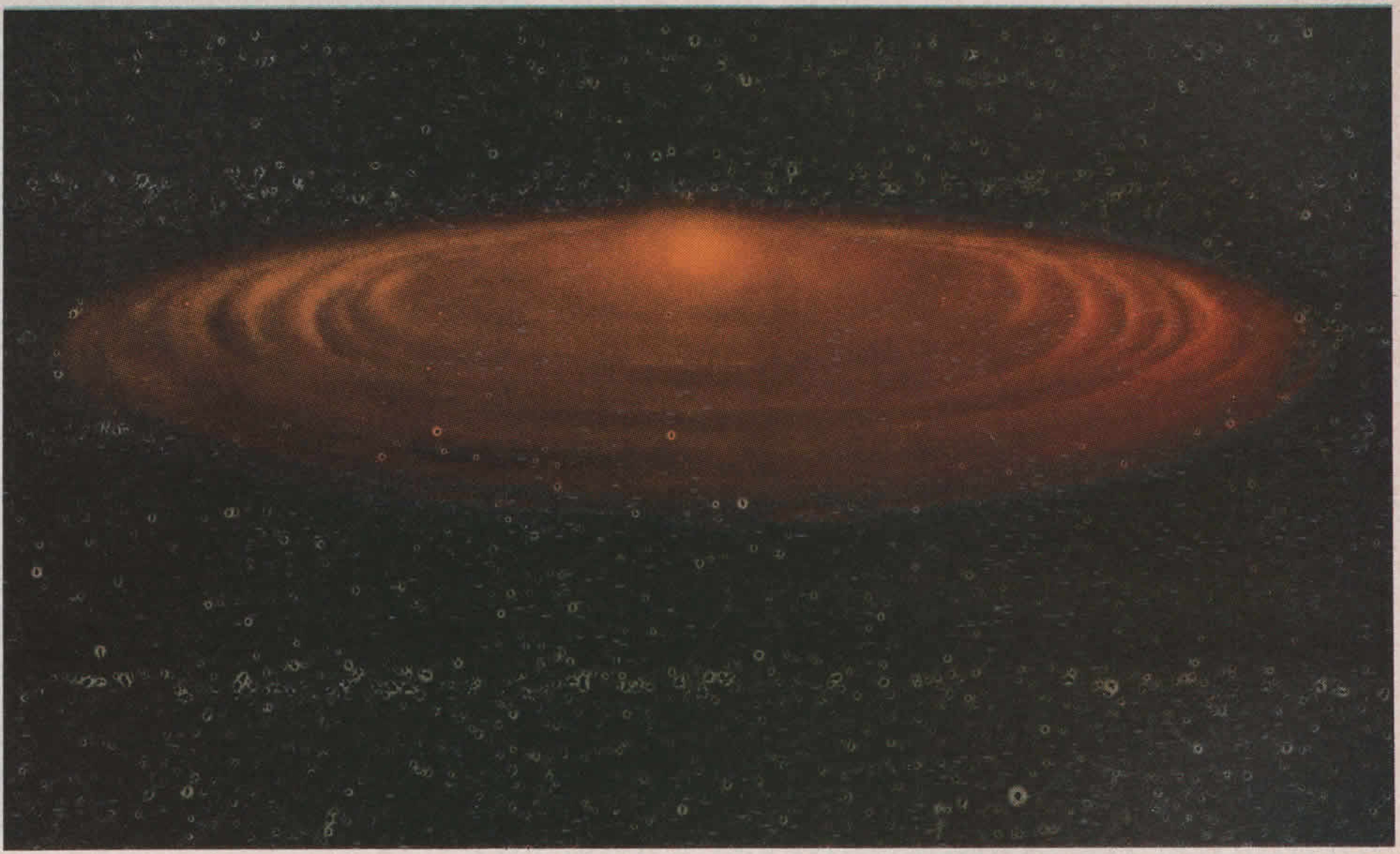
Os Primórdios do Sol

Nosso sistema solar, o Sol com sua família de planetas, nem sempre existiu.

Vamos imaginar. Estamos há quase cinco bilhões de anos, e não há sistema solar – nem planetas, nem luas, nem Sol. Em vez disso, há uma vasta nuvem de poeira e gás chamada nebulosa. Esta nuvem vinha girando lentamente há talvez 10 bilhões de anos, mantida coesa por sua gravidade. Então, nas proximidades, uma estrela explode. Uma supernova! O impacto junta os gases de nossa nebulosa. Isto aumenta a força gravitacional destes gases, e eles começam a se juntar ainda mais. Toda a nuvem começa a se contrair e, à medida que o faz, gira mais e mais rápido, e fica cada vez menor.

Nebulosa: um viveiro de gases incandescentes pronto para formar uma estrela. Nesta ilustração, as estrelas começaram a se formar de uma vasta nuvem de gás e poeira.





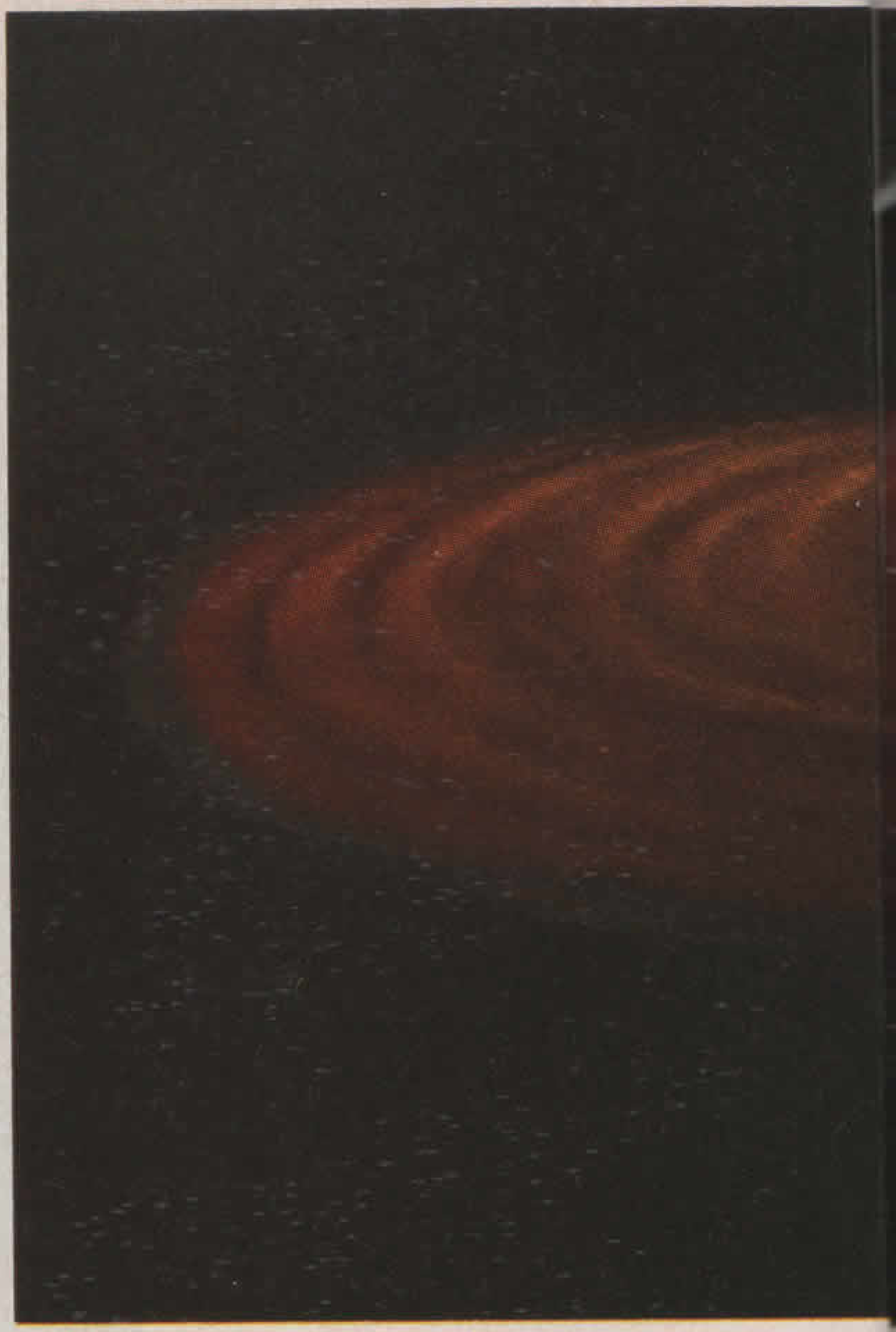
© Tom Miller

Nosso Sol como uma "protoestrela": a nuvem de gás e poeira começou a se contrair para formar uma nebulosa solar. No centro há uma bola imensa de gases incandescentes. Esta bola no final explodirá para a vida na forma de estrela. Aqui, no entanto, é uma protoestrela, uma forma primária do Sol.

A nebulosa Águia é uma vista espetacular. É feita de nuvens brilhantes de gases incandescentes e de nuvens mais escuras de gás e poeira, que aparecem nesta fotografia como manchas negras.



NOAO



O Nascimento

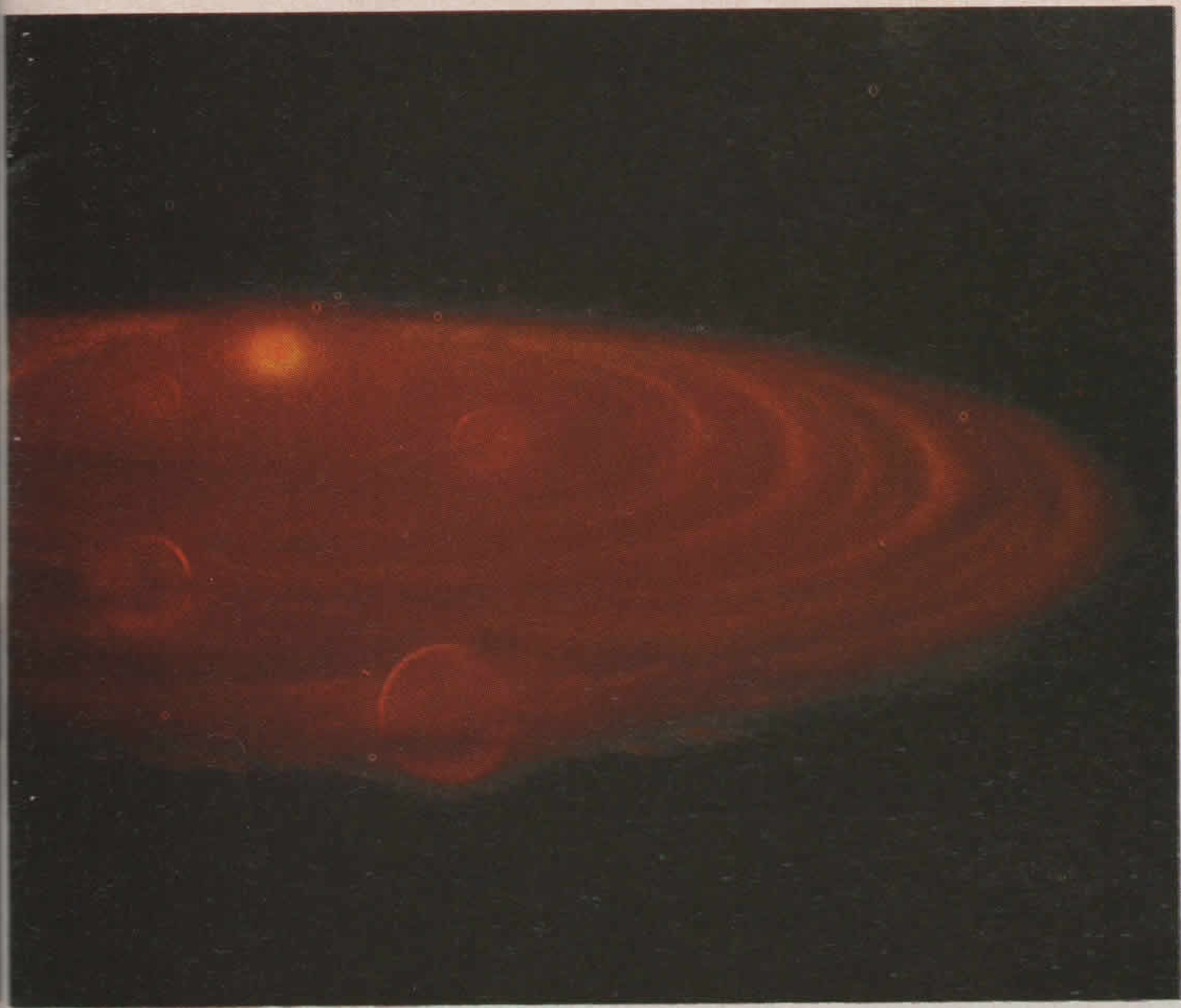
Vamos olhar mais de perto nossa "nebulosa", a nuvem que achamos que começou nosso sistema solar.

O material desta nebulosa era mais de 99% hidrogênio e hélio, os dois elementos mais simples. Eles foram formados no comecinho do Universo. Os elementos mais pesados – menos de 1% ! – compuseram o resto. Estes elementos tinham sido formados durante as vidas e as mortes explosivas de estrelas muito maiores que nosso Sol. Estas explosões espalharam os elementos mais pesados pelo espaço.

Enquanto a nebulosa encolhia, a maior parte do material caía para o centro e se juntava em uma imensa bola de gás. No centro desta bola, a matéria se tornava muito quente e muito concentrada. Neste calor e pressão, átomos de hidrogênio colidiram e combinaram uns com os outros para formar o hélio.

Este processo é chamado fusão nuclear. A fusão liberou quantidades imensas de energia, começou a incandescer à medida que se espalhava para as camadas mais exteriores da bola.

Nascia uma estrela – o nosso Sol!



O sistema solar como uma espécie de pizza.

Esquerda: a nebulosa solar, com o jovem Sol incandescente ao centro, continua a se contrair. Os jovens planetas são agora claramente visíveis dentro do disco em rotação.

Abaixo: este diagrama mostra as trilhas dos pequenos planetas, à medida que continuam a capturar material e crescer.



© Tom Miller

Nosso sistema solar: uma pizza com tudo em cima!

Todos os planetas se movem em torno do Sol na mesma direção. Todos têm órbitas não muito diferentes de círculos. Todos se movem quase no mesmo plano. Com isso queremos dizer que, se construíssemos um modelo exato do sistema solar com todas as órbitas planetárias marcadas por arames curvados, tudo caberia numa caixa daquelas onde vêm as pizzas! Ao começarem a pesquisar como o sistema solar surgiu, os cientistas tiveram de imaginar como ele se espalhou tão uniformemente. Na verdade, este formato de pizza do sistema solar os levou à idéia de uma nuvem de poeira e gás se contraindo e girando rapidamente.

Construindo os Planetas

Saindo do centro da nuvem, a poeira e o gás eram mais rarefeitos. Este material se juntou num disco de gases quentes. Quando os gases esfriaram, começaram a se formar pequenas partículas. Mais perto do centro, apenas elementos rochosos podiam se tornar partículas sólidas. Mais longe do Sol, material gelado poderia se formar a partir do gás esfriando. Estas partículas começaram a colidir e a se fundir, formando pedaços maiores. Alguns deles cresceram mais rapidamente que outros, e o aumento de sua massa lhes deu maior gravidade, permitindo que ajuntassem mais material e crescessem ainda mais rapidamente. Os planetas rochosos Mercúrio, Vênus, Terra e Marte se formaram onde as temperaturas eram mais altas. Os gigantes gasosos se formaram mais longe do calor do Sol.

Enquanto isso, a energia criada no centro do Sol começava a alcançar a superfície de nossa estrela e a irradiar no espaço, junto com um "vento" de partículas energéticas. Esta radiação e o vento solar começaram a expulsar da nebulosa a poeira e o gás remanescente, varrendo o sistema solar e deixando-o limpo.

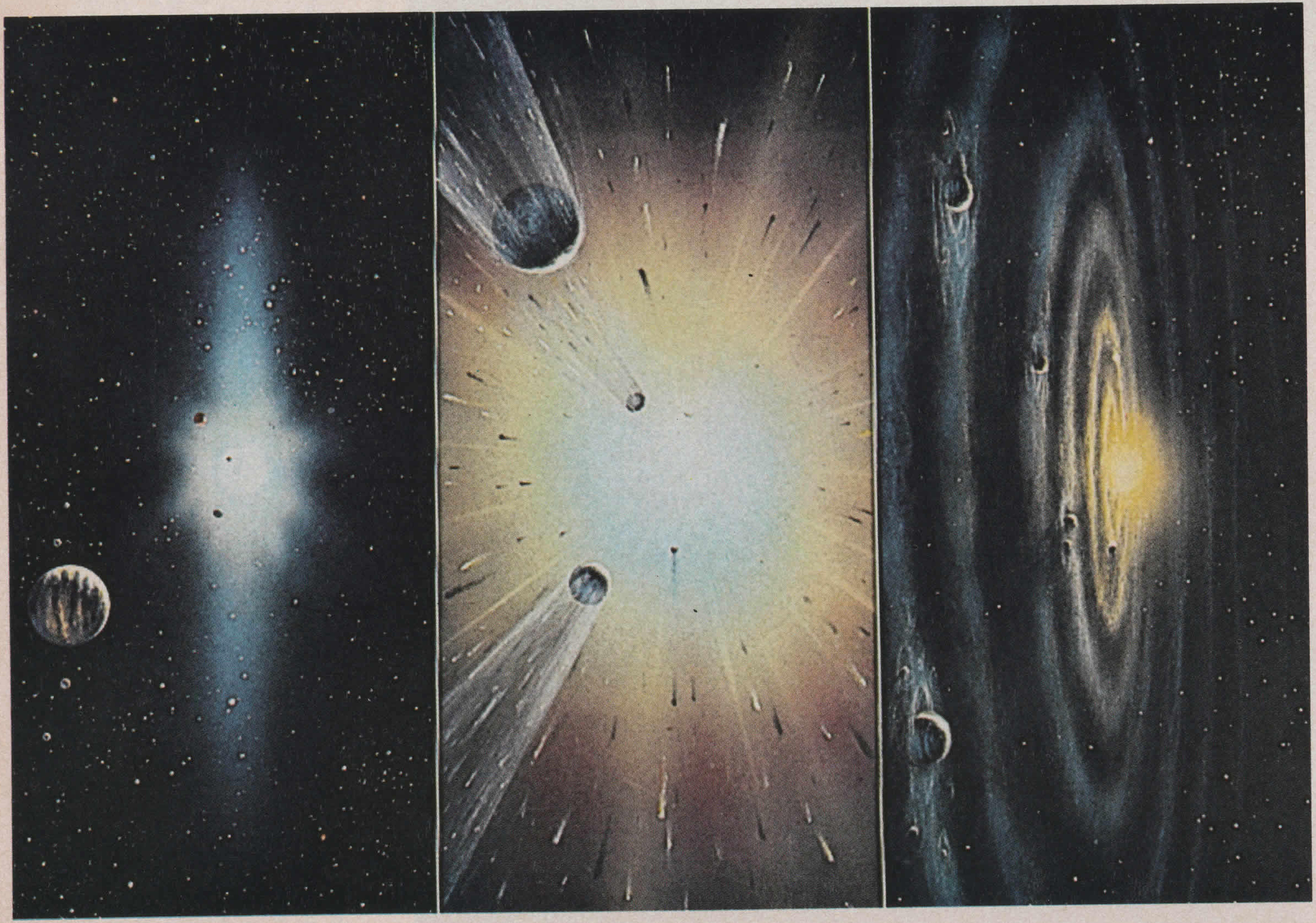
Página seguinte: uma concepção artística de como surgiu o sistema solar.

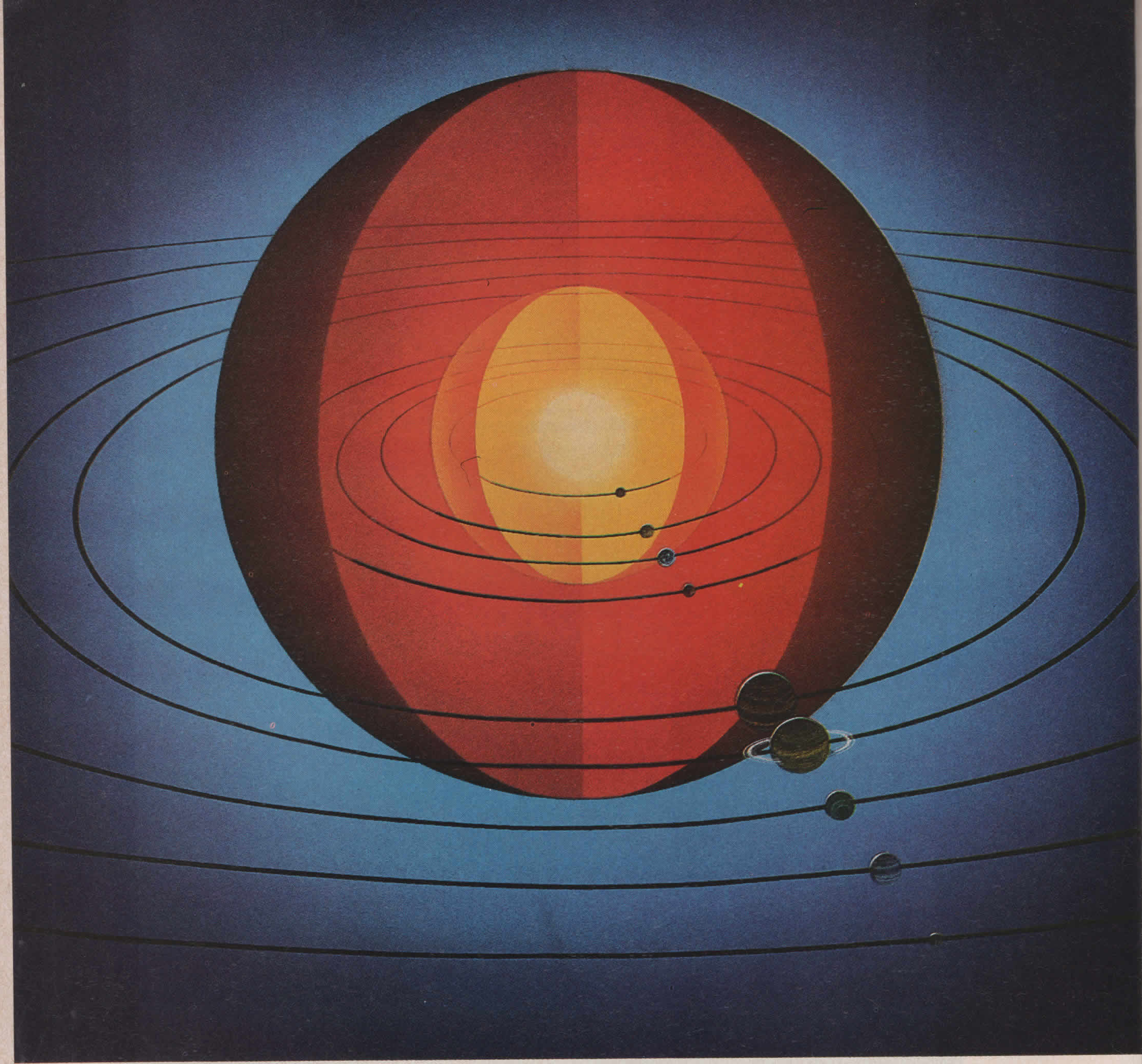
1 (acima): "protoplanetas", planetas jovens e luas se formando fora da nebulosa solar que foi nosso primeiro sistema solar.

2 (centro): o grande "vento" da energia do jovem Sol expulsando a matéria nebular remanescente, deixando a maior parte das partículas sólidas — e o Sol — que compõem o sistema solar como o conhecemos hoje.

3 (abaixo): nosso sistema solar hoje, visto detrás do planeta Júpiter.

David Hardy





Este diagrama mostra nosso Sol e sua família de planetas, a partir dos mais próximos: Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano, Netuno e Plutão. Aparece também a "ecosfera" do sistema solar. Esta é a área em torno do Sol que não é nem quente nem fria demais, permitindo a existência de vida desde que haja outras condições propícias, como uma atmosfera. Neste quadro, apenas Vênus, Terra e Marte estão na ecosfera, que aparece em vermelho. E, destes planetas, Vênus está muito próximo da zona quente (amarela) e Marte muito perto da zona fria (azul). A Terra está próxima do centro da ecosfera, onde as temperaturas parecem mais apropriadas para formas de vida sustentáveis como as conhecemos.

A Família do Sol

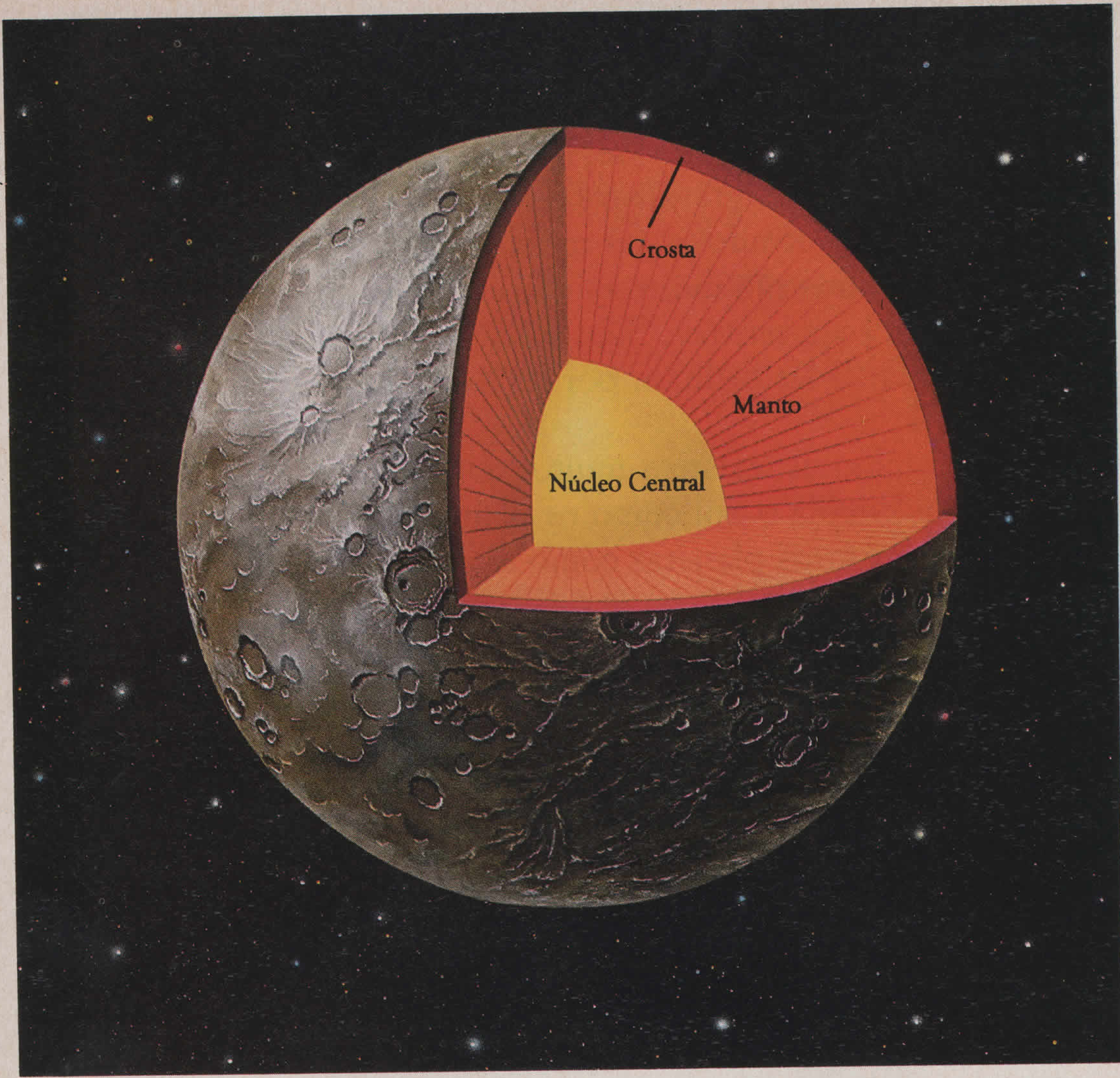
Como sabemos, o Sol é de longe o maior membro de seu sistema. Na verdade, ele pesa cerca de 500 vezes mais que todo o sistema solar junto! É o único objeto grande o bastante para que seu centro se submeta à fusão, produzindo assim tanta energia a ponto de brilhar. Os planetas todos são muito menores, e a fusão nuclear não pode ocorrer em seus centros. Seus núcleos são quentes, mas as superfícies são frias. Eles brilham por refletir a luz do Sol.

Além dos planetas maiores, existem muitos corpos menores. A maior parte deles circula o Sol como os planetas, mas alguns poucos orbitam os próprios planetas como satélites naturais, ou luas.

Vamos olhar os planetas mais de perto.

Uma estrela companheira? Por que não?

Muitas estrelas têm companheiras, e por isso são chamadas estrelas duplas. Nossa próxima vizinha, Alpha Centauri,.é um sistema estelar triplo. Tanto quanto sabemos, nosso Sol é uma estrela única. Sabemos com certeza que não há qualquer estrela brilhante perto dele. Mas, e uma estrela pálida? Poderia existir uma pequena companheira do Sol? Alguns astrônomos sugeriram recentemente que sim. Ela pareceria uma estrela pálida, mas que ainda não a teríamos notado!

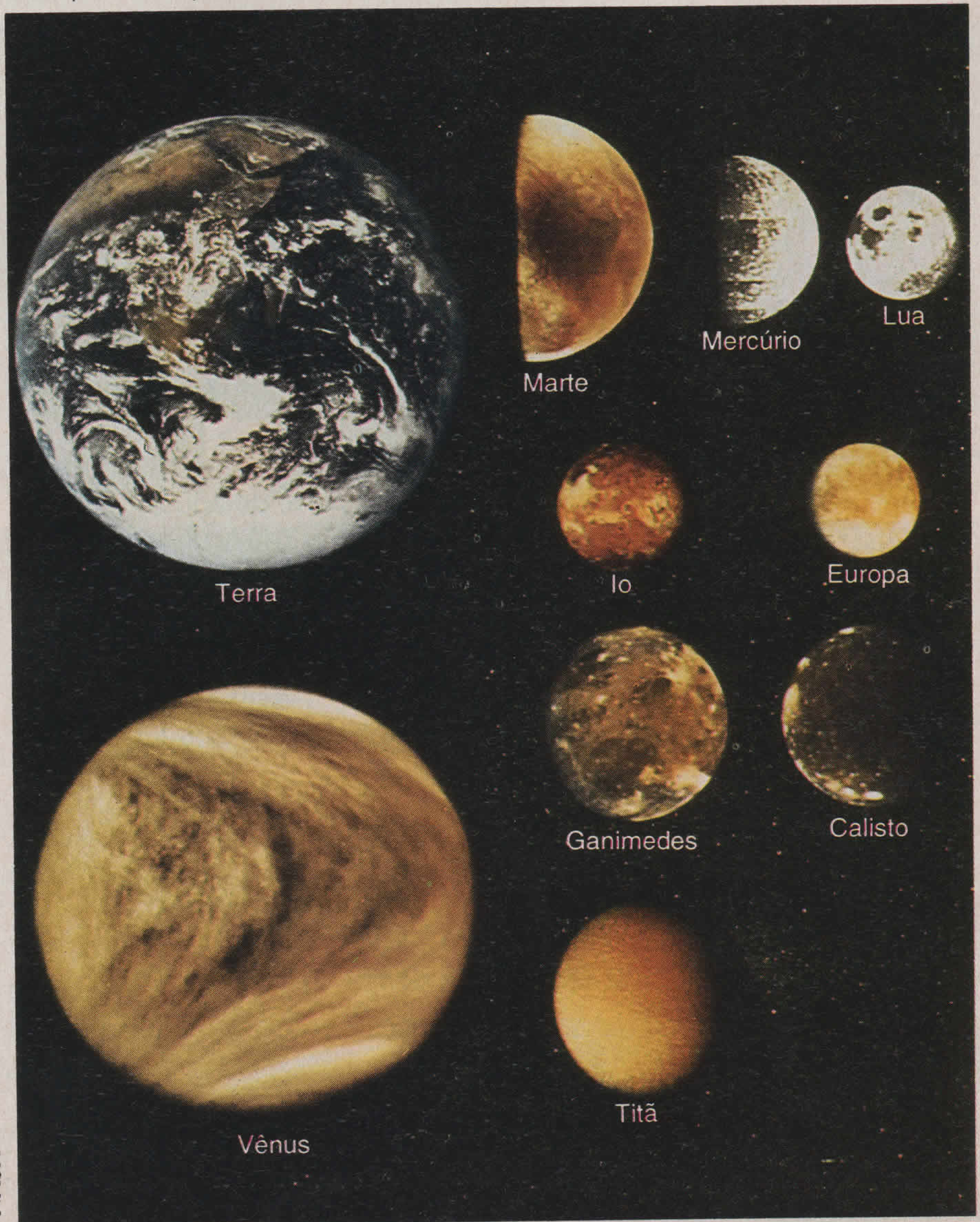


Um corte de Marte mostrando a estrutura de um típico planeta rochoso. A espessura da crosta é como a da casca de uma maçã comparada ao resto da fruta. É muito fina!

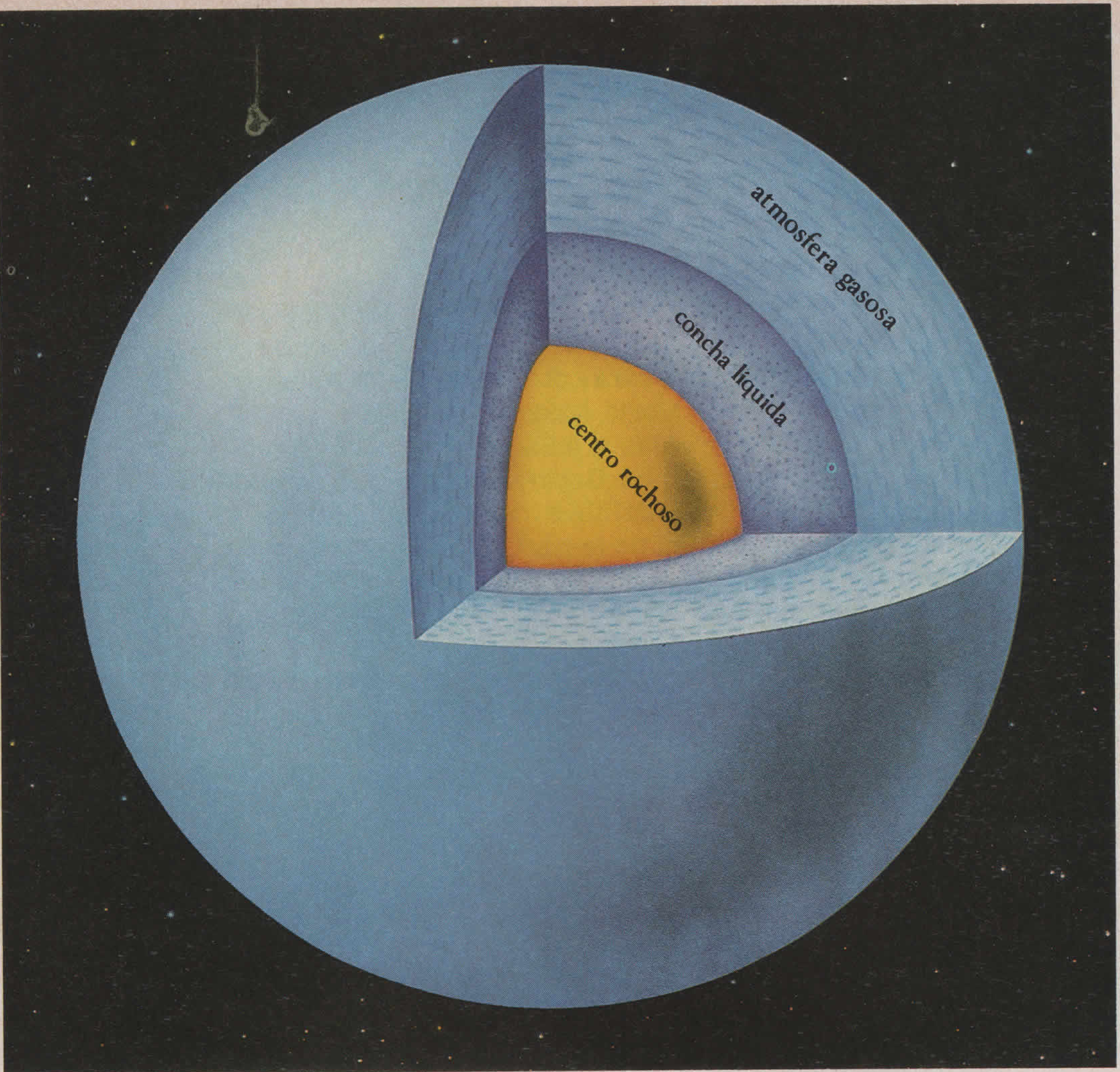
Mercúrio, Vênus, Terra, Marte – Os Planetas Rochosos

Os planetas que se formaram bem perto do Sol ficaram muito quentes por causa de todo seu calor. Gases quentes, especialmente os leves, são mais difíceis de se manter juntos pela força gravitacional que os gases frios. Os planetas mais próximos não conseguiram manter juntos hidrogênio e hélio, muito leves, que compunham a maior parte do material em rotação. Eles conseguiram manter apenas a pequena quantidade de matéria dos gases mais pesados, metais e rochas. Os planetas mais próximos, portanto, são muito menores que os planetas que se formaram longe do Sol. Os planetas mais próximos são em sua maior parte feitos de rocha com metal no centro. São por isso chamados de planetas rochosos. A Terra é um deles.

Os planetas rochosos são na verdade bem pequenos, se comparados aos planetas que se formaram mais longe do Sol. À esquerda (de cima para baixo) estão Terra e Vênus. À direita da Terra estão Marte, Mercúrio e a Lua. Imediatamente abaixo estão lo e Europa (ambas luas de Júpiter). Abaixo delas temos Ganimedes e Calisto, também luas de Júpiter. Por fim está Titã, a maior lua de Saturno. Calisto tem cerca do mesmo tamanho que Mercúrio, e Ganimedes e Titã são maiores que Mercúrio. Todas as três luas são menores que Marte. lo é ligeiramente maior, e Europa é um pouco menor que nossa Lua.



NASA



Corte de um gigante gasoso: Urano. Seu centro é feito de rocha. Acima dele há um "mar" composto em sua maior parte de água, amônia e metano, e uma atmosfera gasosa feita principalmente de hidrogênio.

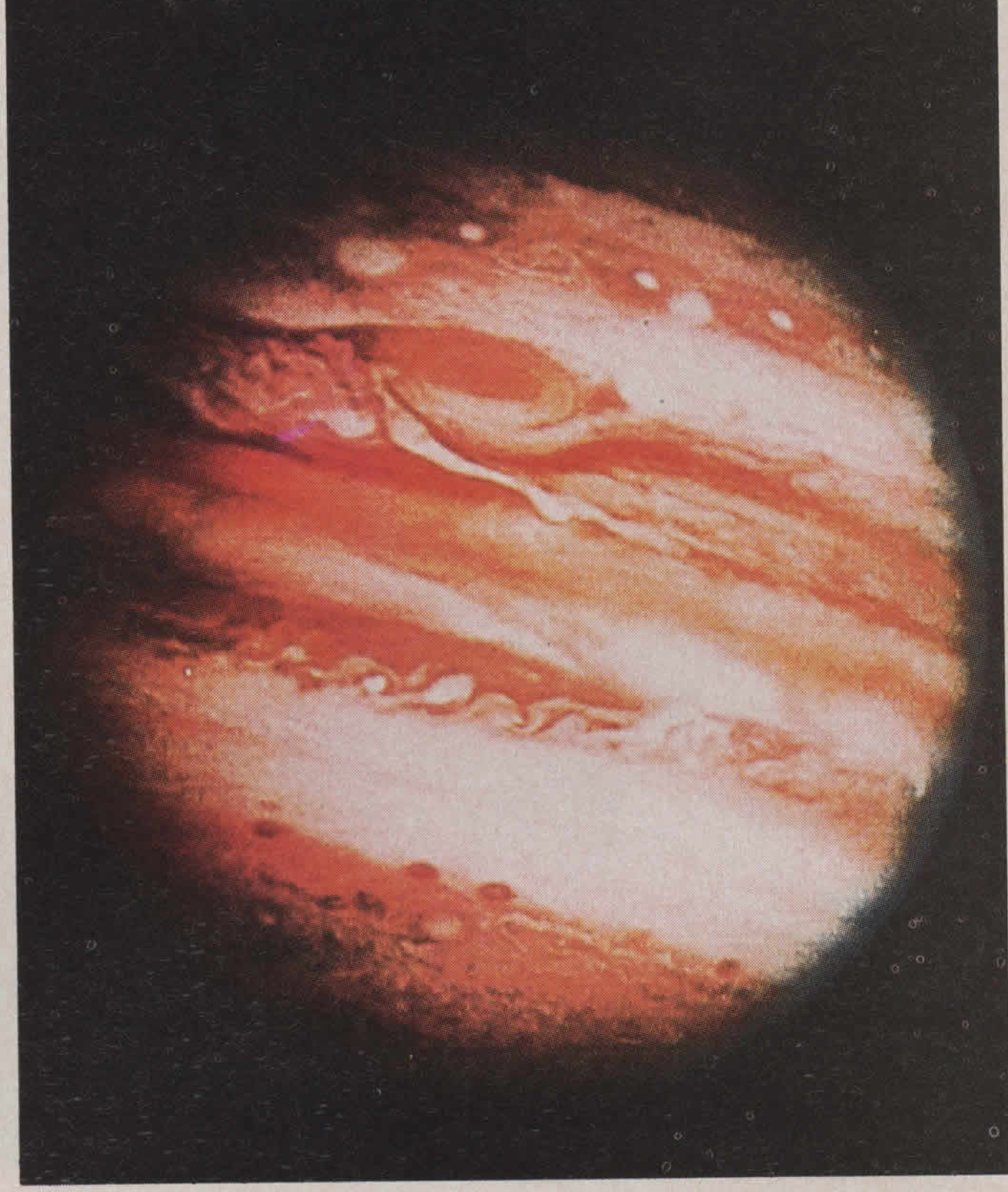
Júpiter, Saturno, Urano, Netuno – Os Gigantes Gasosos

Os planetas que se formaram mais longe do Sol são muito mais frios que os planetas próximos. Os gases hidrogênio e hélio eram frios o bastante para que os planetas os mantivessem em sua gravitação. Isto significa que cresceram ainda mais e adquiriram forças gravitacionais intensas, que podiam atrair muito gás. Assim os planetas distantes cresceram mais que os próximos. Em vez de rocha e metal, são compostos principalmente de hidrogênio e hélio. Por esta razão, e por serem tão grandes, são chamados de gigantes gasosos.

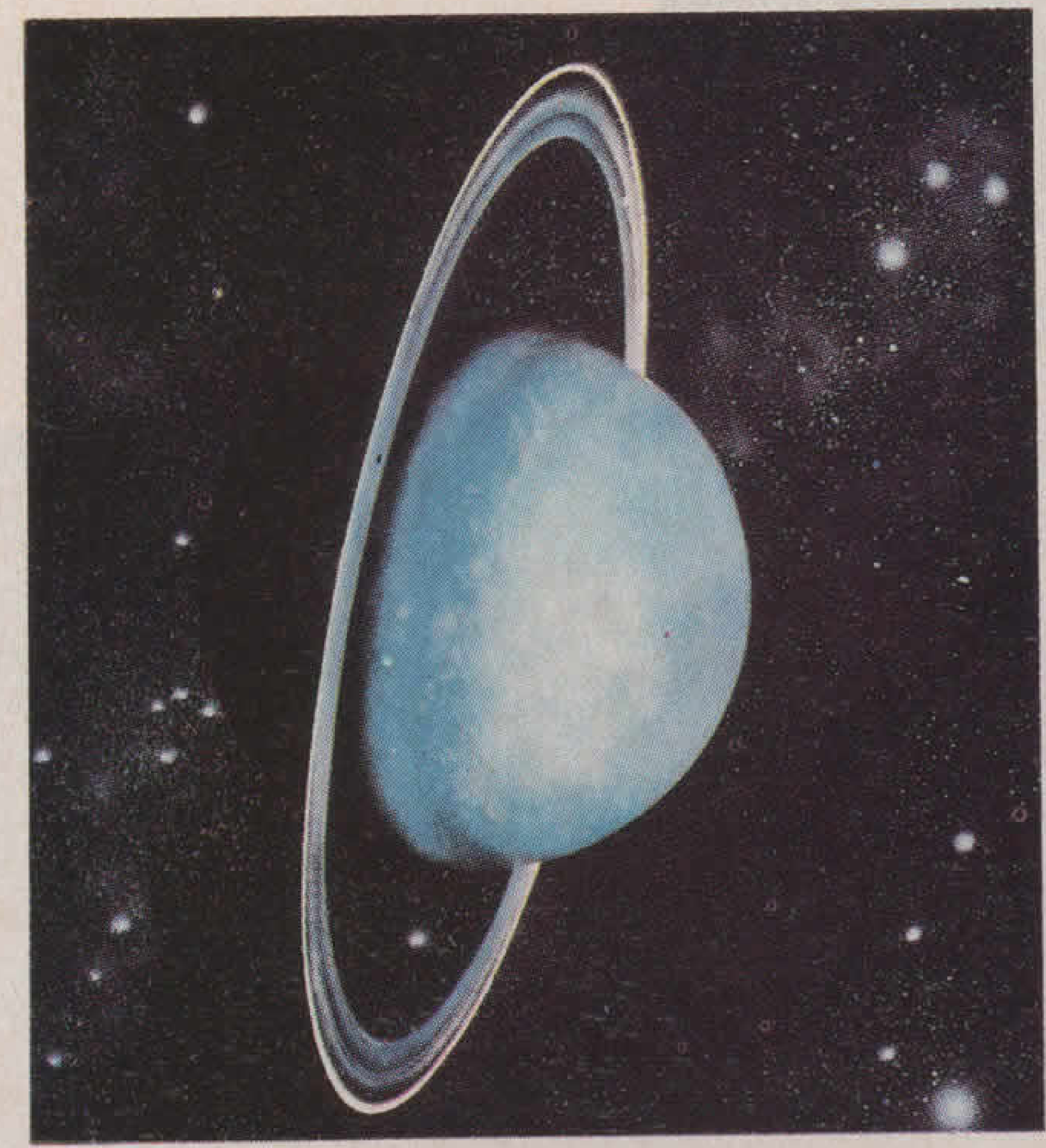
Os gigantes gasosos, em sentido horário a partir da direita: Júpiter (foto), Saturno (foto), Urano (pintura), Netuno (pintura).



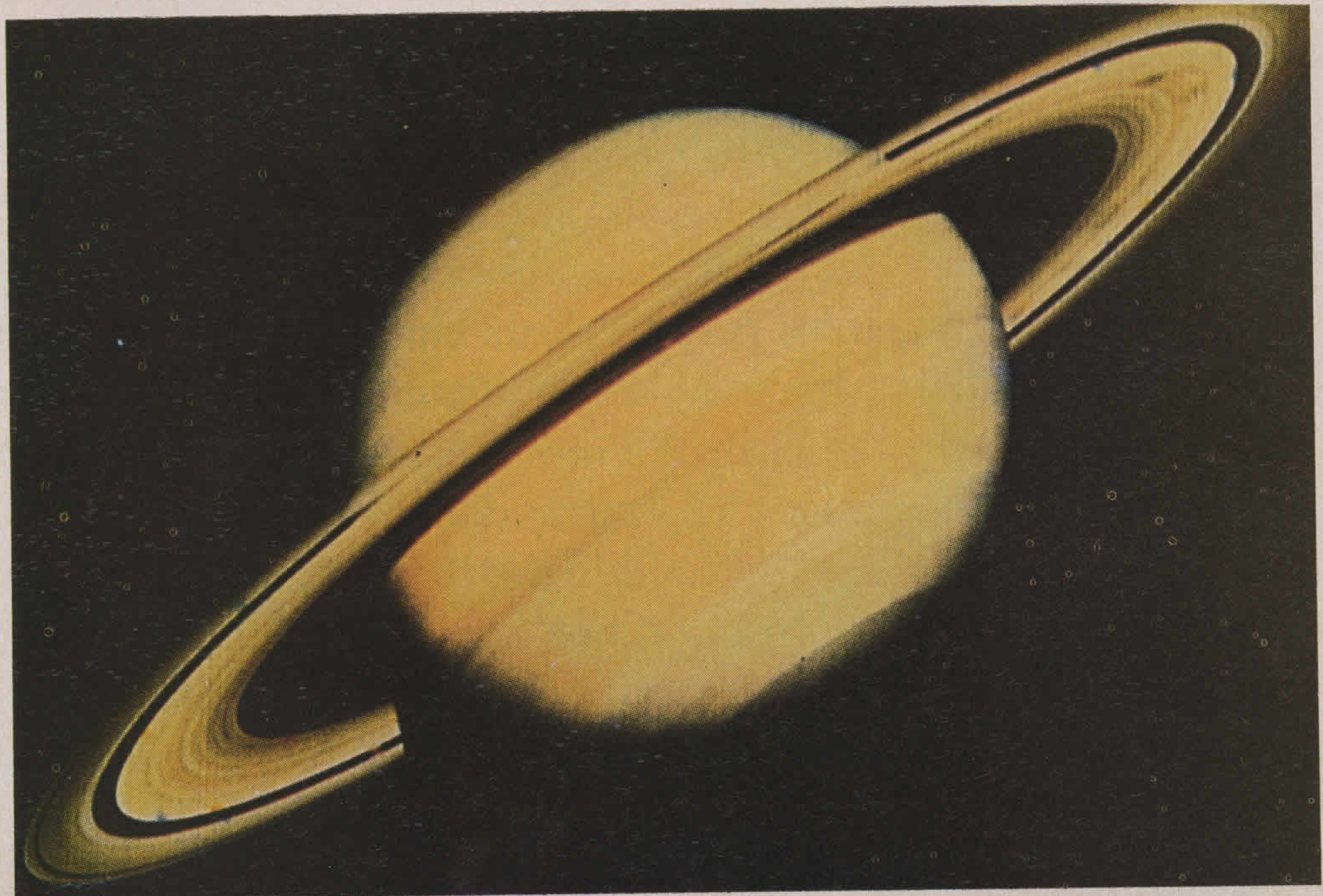
NASA



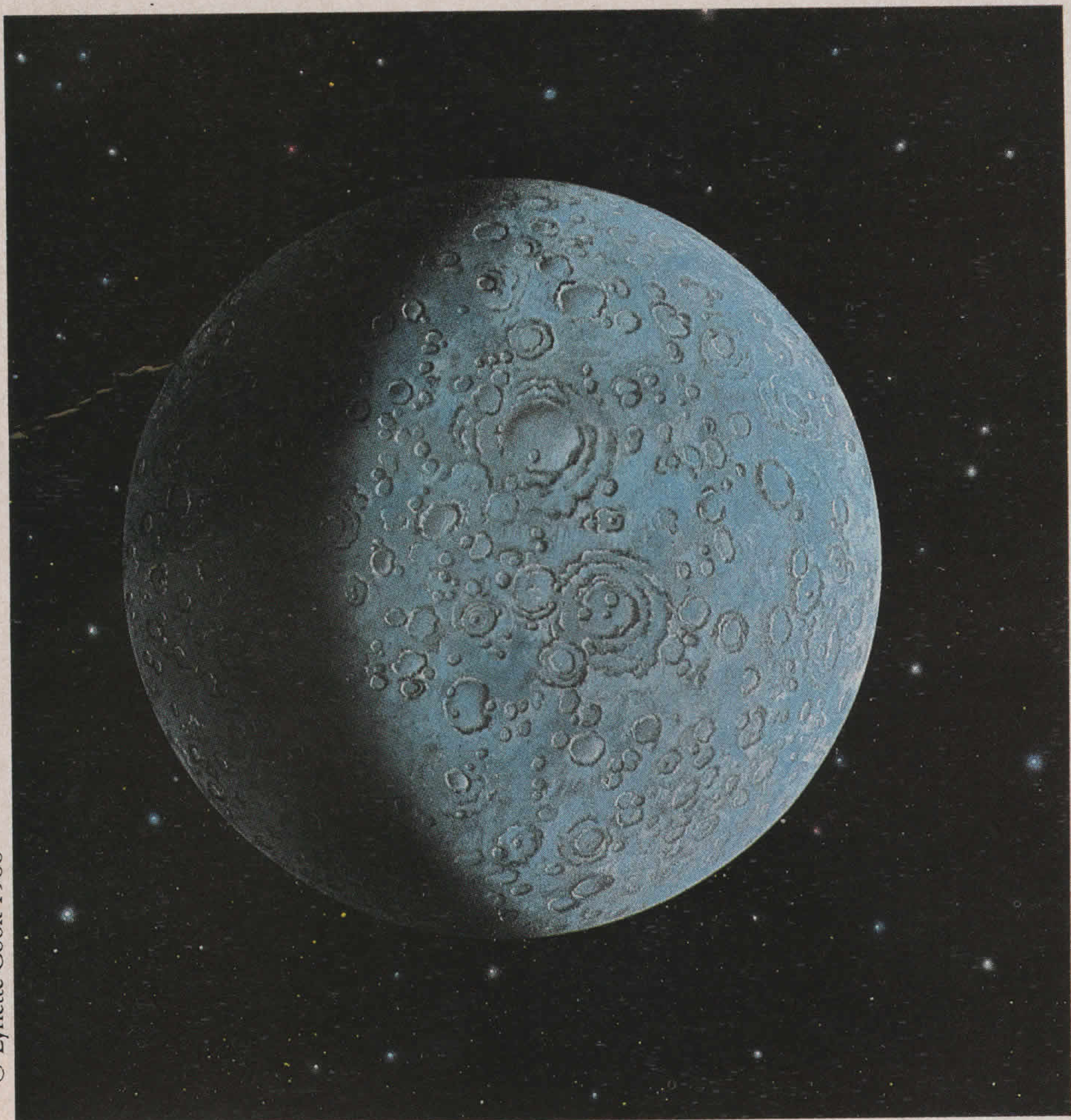
NASA



NASA



NASA



Plutão, uma pequena bola de gelo nos limites de nosso sistema solar.

Plutão – O Planeta Pequenino

O planeta mais distante que conseguimos ver não é um gigante gasoso. É um pequeno e estranho corpo celeste chamado Plutão, ainda menor que os planetas mais próximos. Foi o último planeta a ser descoberto, e o mais pálido. Por ter uma órbita muito assimétrica, em um de seus extremos chega um pouco mais perto do Sol que seu vizinho mais próximo, Netuno. Mas a órbita de Plutão é inclinada, e não há chance de colisão com Netuno. Nos últimos anos descobrimos que Plutão não é feito de rocha, nem de gases, mas de gelo – quantidades de água e outras substâncias semelhantes congeladas no frio terrível, muito distante do Sol.

Um décimo planeta?
Há cerca de 70 anos, pareceu aos astrônomos que os planetas mais distantes não se moviam como deveriam. Talvez houvesse um nono planeta além de Netuno, e talvez sua força gravitacional fizesse os planetas distantes ter comportamento tão estranho. Procuraram por muitos anos até finalmente encontrar Plutão, em 1932. Isso pareceu resolver tudo. Mas, com o passar dos anos, descobriu-se que Plutão era tão pequeno, que sua força gravitacional não poderia afetar os planetas mais distantes. Será que isso significa que há além de Netuno outro planeta, grande?
Não sabemos ainda.

Planeta X. Seria nosso décimo planeta? Achamos que ele pode estar lá, além de Plutão, puxando os planetas mais distantes de nossos sistema solar. Mas se houver algo como um planeta X, estaria tão distante e pálido, que seria difícil detectar.



Satélites: Pequenos Mundos que Orbitam Planetas

Quando os planetas cresceram, parte do material em suas periferias permaneceu separado. Todos os gigantes gasosos têm pequenos mundos, ou satélites, que os orbitam. Júpiter, o maior dos planetas, tem quatro satélites bastante grandes e muitos outros menores. Um satélite grande e diversos de tamanhos médio e pequeno acompanham Saturno. Urano tem vários satélites, médios e pequenos, mas Netuno tem apenas um grande e um pequeno. Até Plutão tem sua própria lua. Os planetas rochosos não são ricos em satélites. Marte possui dois pequenos, enquanto que Mercúrio e Vênus não têm nenhum. Nossa Terra tem um satélite grande – nossa Lua.

Um estudo de contrastes: o Planeta Vermelho, Marte, e sua pequena lua escura, Deimos. Não se deixe enganar por esta visão imaginária de Deimos. Marte tem cerca de 6.400 km de diâmetro, enquanto que Deimos tem apenas entre 10 e 16 km.





NASA

Esquerda: Júpiter e suas luas, do tamanho de planetas, fotografadas pela sonda Voyager 1. São mostrados aqui não de acordo com seus tamanhos, mas em suas posições corretas. A avermelhada Io (esquerda, acima) é mais próxima de Júpiter (acima, direita). A seguinte é Europa (ao centro), seguida de Ganimedes (abaixo, esquerda) e Calisto.

Abaixo: fotos de seis dos maiores satélites do sistema solar, mostrados por comparação de tamanho. Nossa Lua (centro) é cercada (em sentido horário a partir de baixo à direita) por Titã, de Saturno, e por Calisto, Io, Europa e Ganimedes, de Júpiter.



NASA

A viagem do sistema solar

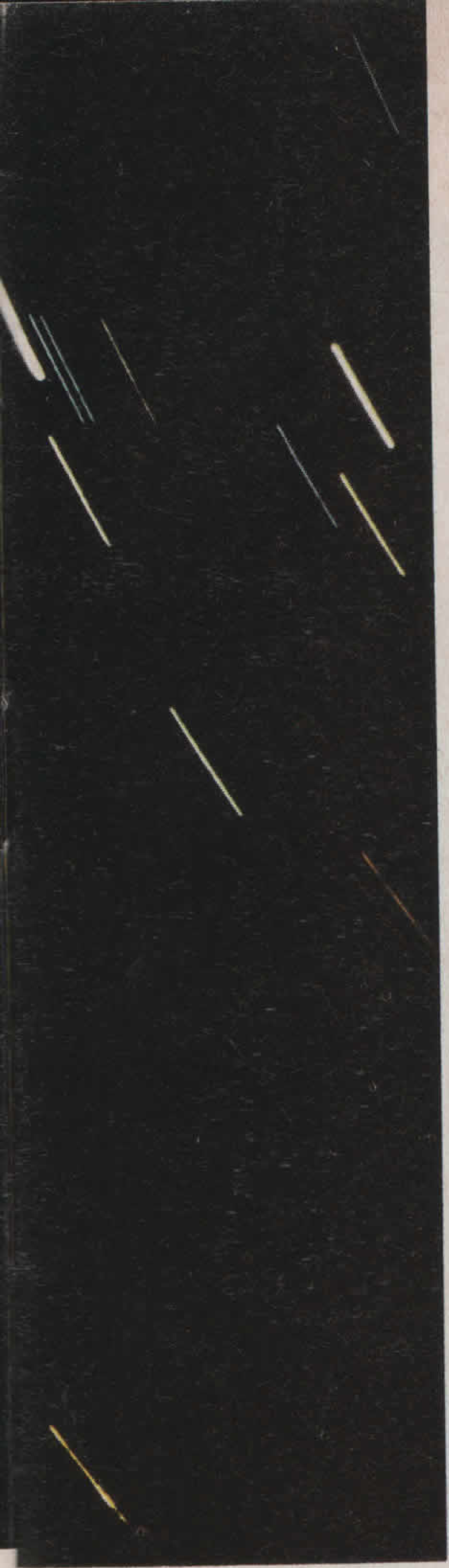
A Lua gira em torno da Terra, que gira em torno do Sol — mas o Sol também não fica parado. Levando com ele todo o sistema solar, o Sol se move constantemente em volta do centro de nossa galáxia. Todas as outras estrelas da Via Láctea estão fazendo o mesmo, e assim toda a galáxia está constantemente girando. Nosso sistema solar leva 200 milhões de anos para circular a galáxia. Isto significa que, desde que foi formado, há cerca de cinco bilhões de anos, ele circulou a Via Láctea 23 vezes.



Uma foto com grande exposição de tempo da chuva de meteoros Leonid, tirada de Kitt Peak, Arizona (EUA), em 17 de novembro de 1966. Os meteoros aparecem como riscos rosados que parecem estar se dirigindo direto para a Terra, enquanto as estrelas fazem trilhas ligeiramente curvadas no céu do começo da manhã. A chuva Leonid ocorre todo ano, mas é especialmente forte a cada 33 anos. A próxima ocorrência intensa deve ser em 1999.

Detritos Cósmicos – Asteróides e Meteoros...

Parte do material na periferia da nuvem original não formou grandes planetas, permanecendo pequeno. Isto acontece especialmente entre as atmosferas de Marte e Júpiter. Pode haver 100.000 pequenos corpos chamados asteróides, que têm pelo menos 1,5 km de diâmetro e circulam o Sol. Poucos foram capturados por planetas e se tornaram pequenos satélites. Alguns se movimentam para mais perto do Sol e chegam a passar próximos à Terra. Nós os conhecemos como meteoróides enquanto estão no espaço, meteoros quando entram incendiados na atmosfera terrestre, e meteoritos quando atingem a superfície da Terra. Os muito pequeninos podem atingir nossos astronautas ou foguetes no espaço e, de vez em quando, um deles chega a atingir a Terra.



Planejando uma viagem para outro sol?

Antes de fazê-lo, é melhor conhecer alguns números! Como você deve saber, os planetas estão espalhados por grandes distâncias. A Terra fica a cerca de 150 milhões de km do Sol, mas há planetas muito mais afastados. A distância média entre Plutão e o Sol é de 5,8 bilhões de km. Fica cerca de 40 vezes mais longe do Sol que a Terra. Mas há bastante espaço para o sistema solar se espalhar. Além dele não existem outras estrelas por trilhões de km. O mais próximo sistema estelar, Alpha Centauri, fica cerca de 7.000 vezes mais longe que Plutão — 40 trilhões de km!

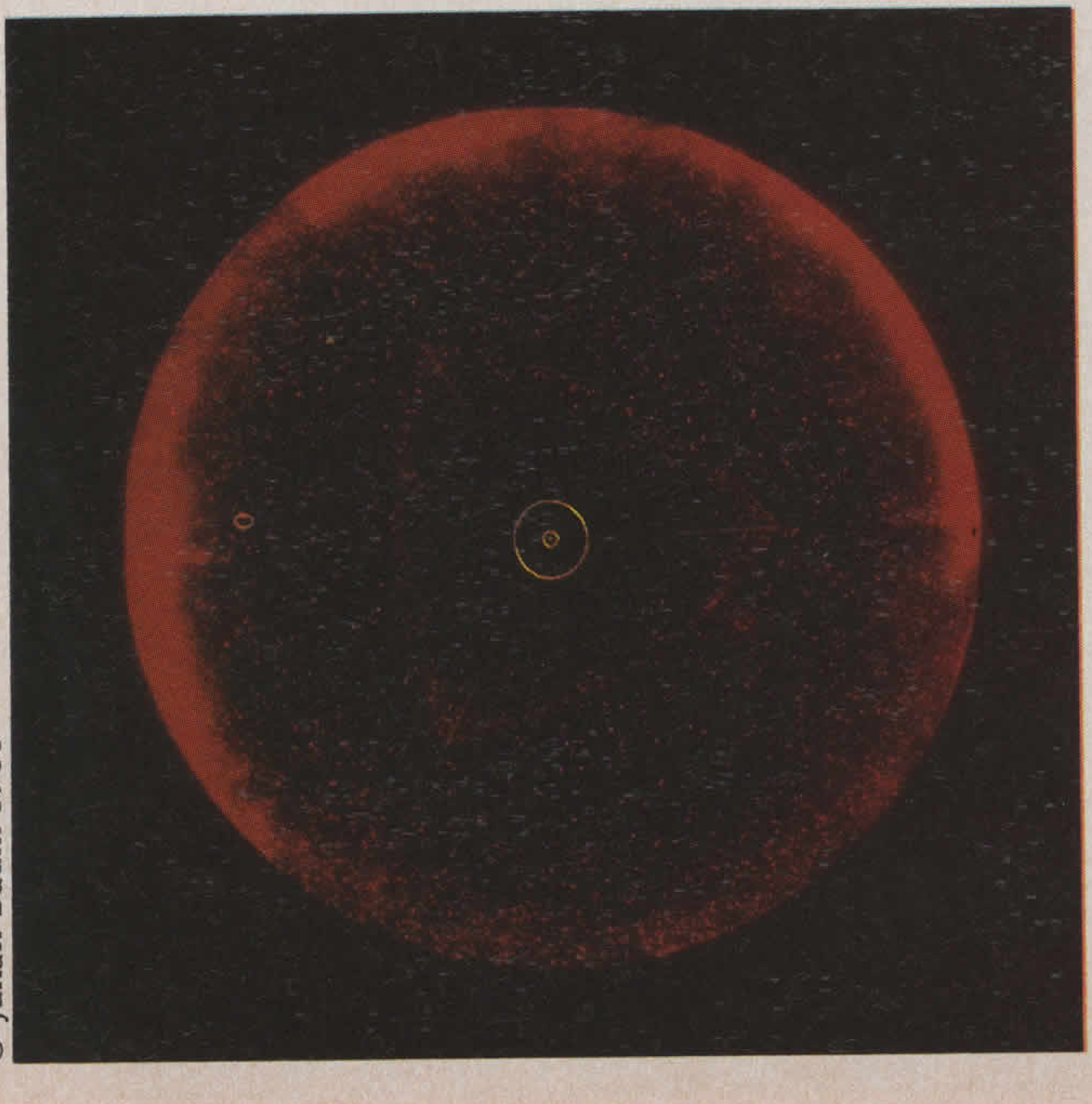
Abaixo: um diagrama destacando o cinturão de asteróides entre Marte e Júpiter. Aparecem também trilhas dos que orbitam o Sol em ângulos bizarros, como os asteróides troianos — um batalhão dos que "lideram" e "seguem" Júpiter em seu caminho em torno do Sol. Este diagrama mostra também o anel fino de Júpiter, revelado pela primeira vez pela Voyager 1 em 1979.



... e Mais Detritos Cósmicos – Os Cometas

Há bem mais coisas no sistema solar do que podemos enxergar! Muito além de Plutão deve haver uma centena de bilhões de pequenos blocos de gelo deixados quando a nuvem de gás e poeira se contraiu para formar o sistema solar. A estes blocos chamamos cometas. De vez em quando algo acontece que os faz se precipitar em direção ao Sol e passar pelos planetas. O cometa de gelo se evapora no calor do Sol. Nuvens de poeira capturadas emergem e cercam o cometa, brilhando à luz solar. O vento, feito de partículas energéticas atiradas pelo Sol, varre a poeira em torno do cometa, formando uma cauda luminosa. A cauda sempre se opõe ao Sol, e isto pode nos dar uma visão magnífica do cometa a partir da Terra.





Acima: Cometa West. Todo mundo sonha em ver um cometa assim rasgando o céu. Mas para ter uma visão tão espetacular, e uma foto assim, é necessário estar bem longe das luzes da cidade.

Esquerda: uma concepção artística de uma vasta nuvem de cometas (vermelho) cercando nosso sistema solar (amarelo). Astrônomos estudaram a órbita dos cometas e concluíram que existe tal nuvem, contendo centenas de bilhões de cometas. A nuvem fica milhares de vezes mais longe do Sol do que Plutão. É chamada Oort, em homenagem a Jan Oort, o astrônomo que sugeriu primeiro sua existência, em 1950.

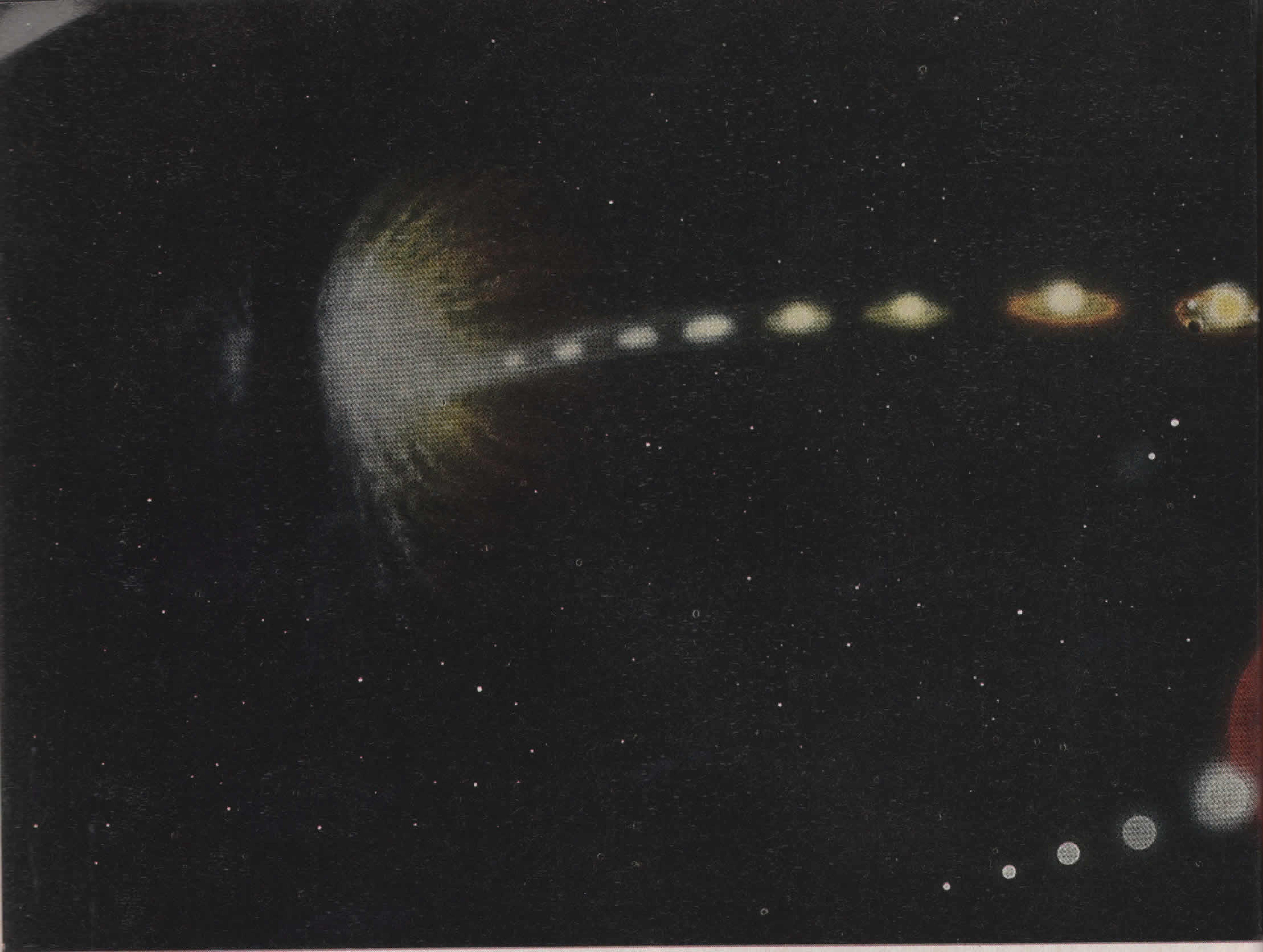


Estas duas fotos mostram o movimento do Cometa Kobayashi-Berger-Milon 1975h através do céu.

Esquerda: uma galáxia espiral (parte inferior direita do quadro) parece estar fora da trilha do cometa.

Abaixo: a mesma galáxia espiral (parte superior direita do quadro) mostra o progresso do cometa. Estão também visíveis na foto as "serpentinas" na cauda gasosa do cometa.

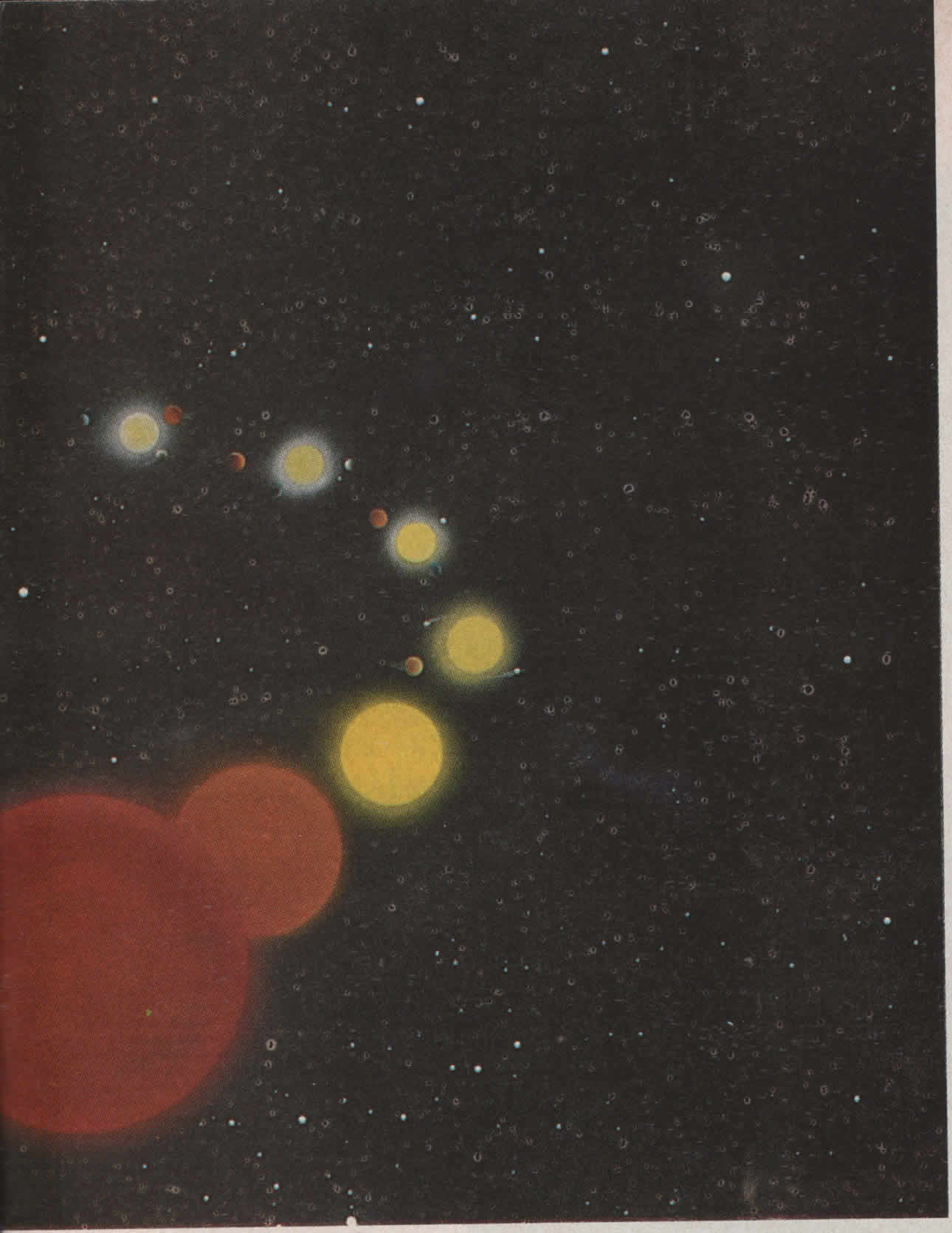




O Fim do Sistema Solar

Nosso sistema solar funciona muito bem, com o Sol e todos os seus planetas, luas, asteróides e cometas girando e orbitando como uma máquina maravilhosa. Mas ele não vai durar para sempre. O hidrogênio no centro do Sol ficará escasso. Depois de outros 5 bilhões de anos, isto causará mudanças no centro e o Sol se expandirá e ficará enorme. As camadas mais externas resfriarão e avermelharão, fazendo do Sol um gigante vermelho. Mas o calor total será suficiente para queimar a Terra até as cinzas, e toda a vida nela será destruída. Finalmente, o Sol não poderá mais ter qualquer tipo de fusão nuclear em seu centro. Virará uma pequena anã branca não maior que a Terra, com planetas frios e mortos circundando.

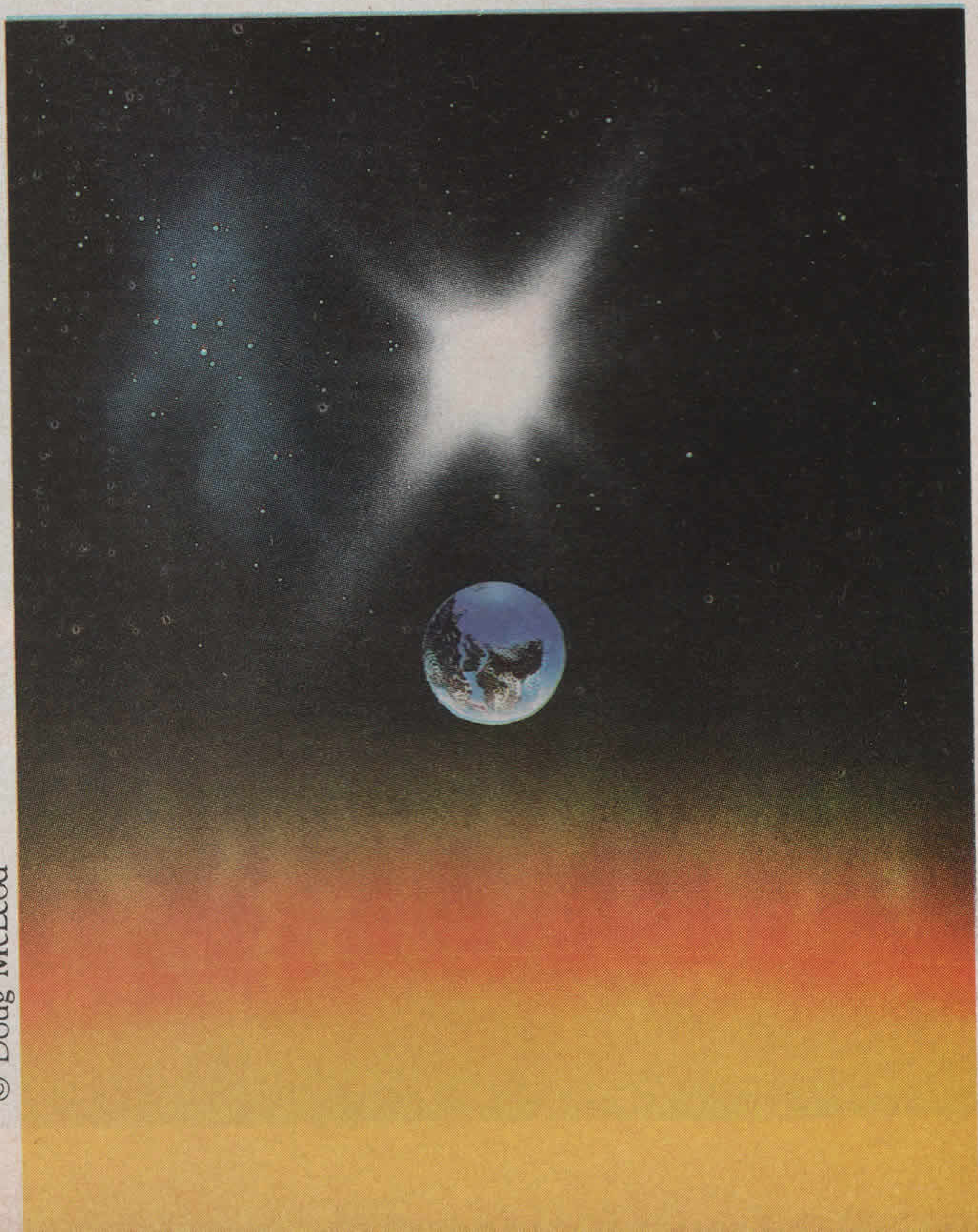
Como será a vida em nosso planeta pouco antes disso acontecer? Os seres humanos ainda existirão? Sabemos tanto quanto você.



© Brian Sullivan 1988

Vida e morte de uma estrela

Este quadro mostra uma estrela como nosso Sol em seu ciclo de vida. Da nebulosa na extrema esquerda, uma nuvem de gás e poeira se contrai para formar uma nebulosa solar.
O proto-sol e o disco (ao centro, no fundo) tomam a forma de nosso Sol e sistema solar como os conhecemos hoje (acima, à direita). Daqui a bilhões de anos, com a perda de energia, o Sol se expandirá para fora (centro, à direita) para se transformar num gigante vermelho (direita, abaixo). Finalmente, sua energia nuclear será completamente gasta. Ele virará uma anã branca (centro, à frente) não maior que a Terra, e a própria Terra será pouco mais que um carvão morto e incinerado.



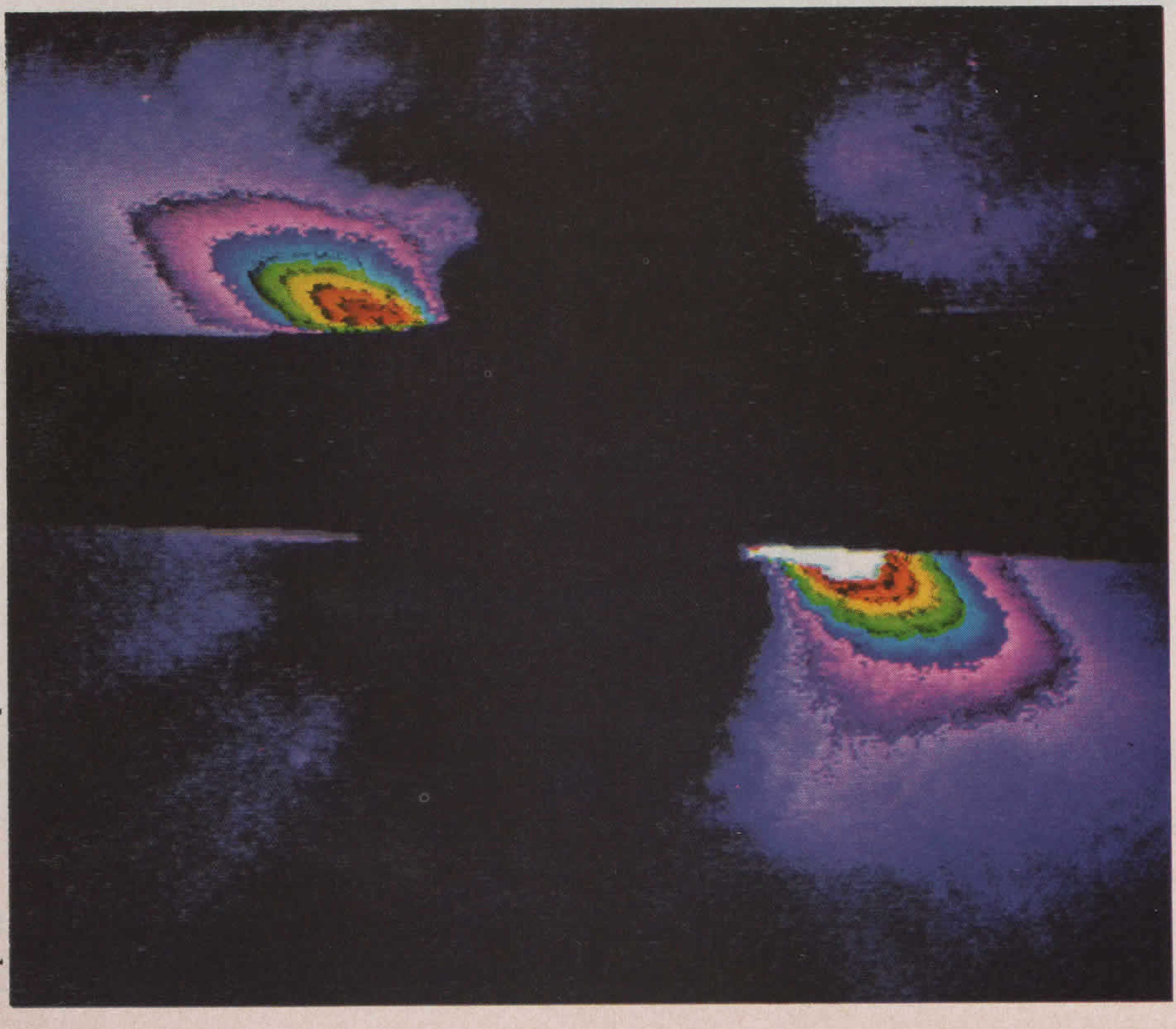
© Doug McLeod

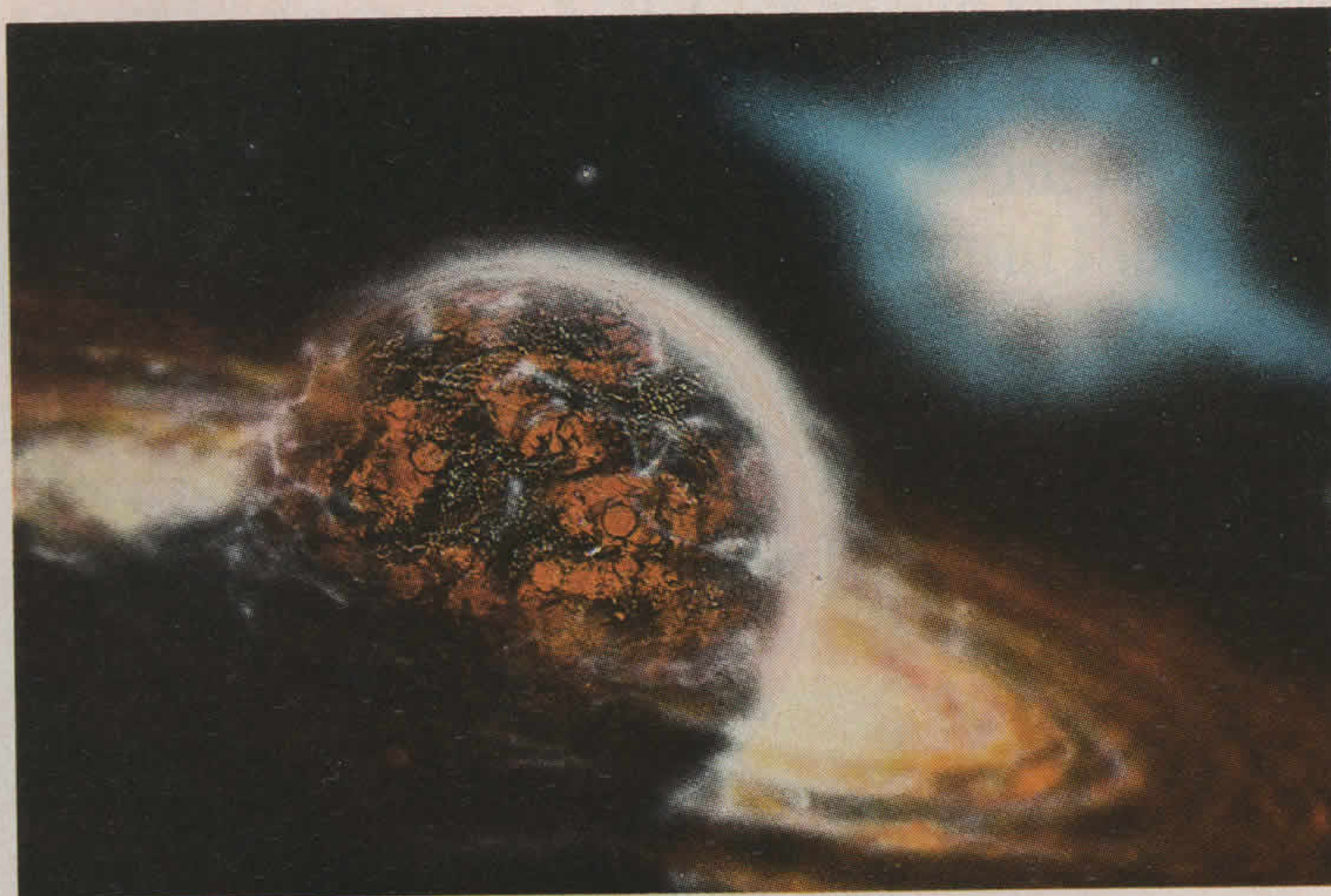
Há uma pequena estrela branca no futuro da Terra. Imagine nosso planeta em algum ponto do tempo entre o Sol como o conhecemos hoje (abaixo) e a pequena anã branca que será um dia (acima).

Outros Sistemas Solares?

Não parece provável que nosso Sol seja a única estrela a ter uma família de planetas. Há na nossa galáxia centenas de bilhões de estrelas, e há centenas de bilhões de outras galáxias. E em cada uma delas, toda estrela é um sol. Alguns cientistas acham que a maioria, ou mesmo todas estas estrelas, têm planetas. O problema é que mesmo as estrelas mais próximas estão tão distantes, que não conseguimos detetar planetas eventualmente existentes. Nos últimos anos, aprendemos que algumas estrelas parecem estar cercadas de nuvens de pequenos pedaços de matéria. Planetas podem estar entre eles. Na verdade, astrônomos fizeram no Havaí em 1987 uma descoberta excitante: um grande corpo que parece orbitar uma estrela próxima. Talvez algum dia, com instrumentos aperfeiçoados, possamos ver o que existe lá.

Esta é uma foto artificialmente colorida da estrela Beta Pictoris. A própria estrela foi eliminada para que sua luz brilhante não interferisse com o retrato de um disco se espalhando. Astrônomos acham que este disco pode ser um sistema solar, ou um sistema solar em sua infância. Isto significaria que existem lá fora, como muitos suspeitam, outros sistemas planetários — uma possibilidade excitante.





© John Foster

Duas vistas imaginárias de planetas em outras partes do Universo. Acima: planetas se formam em um sistema solar jovem.

Direita: dois planetas desolados em um sistema solar distante. Acima deles há um fenômeno que é raro mas que na verdade existe — uma galáxia de "anel polar" com uma vasta faixa de matéria estelar circulando a própria galáxia.



© Paul DiMare

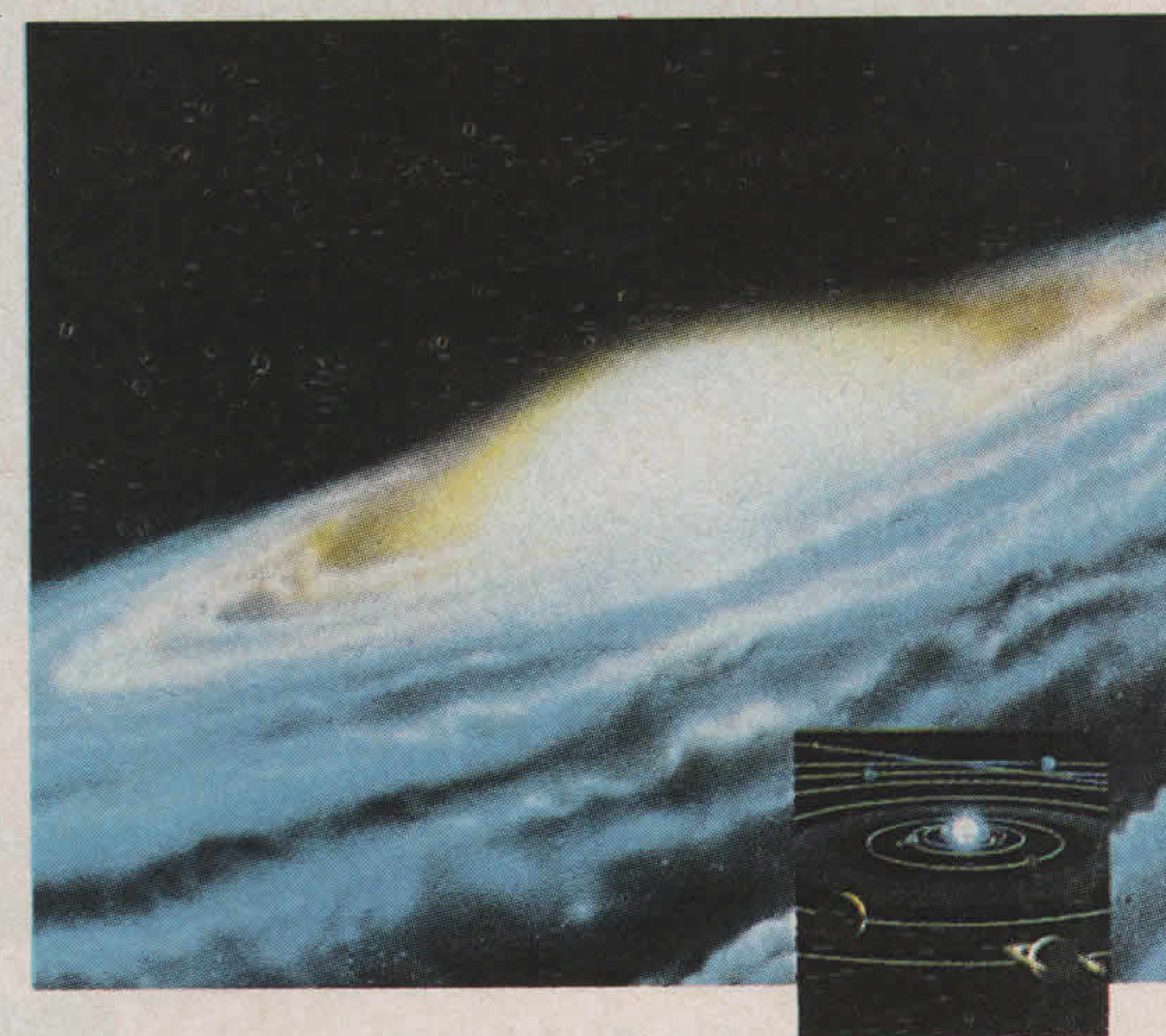
Nuvens de cometas: pontes para as estrelas?

Astrônomos nunca viram a Nuvem de Oort — a nuvem de cometas de suposta existência bem além dos planetas. Mas eles têm razões para supor que os cometas estejam lá. Se estão, é possível que se estendam por mais de 16 bilhões de km, ou quase a metade do caminho até a estrela mais próxima (Alpha Centauri). Será que ela também tem uma nuvem de cometas se estendendo em nossa direção? É interessante imaginar cometas em todo caminho entre nós e Alpha Centauri — uma espécie de ponte ligando-nos à nossa vizinha estelar mais próxima.

Banco de Dados: Nosso Sistema Solar

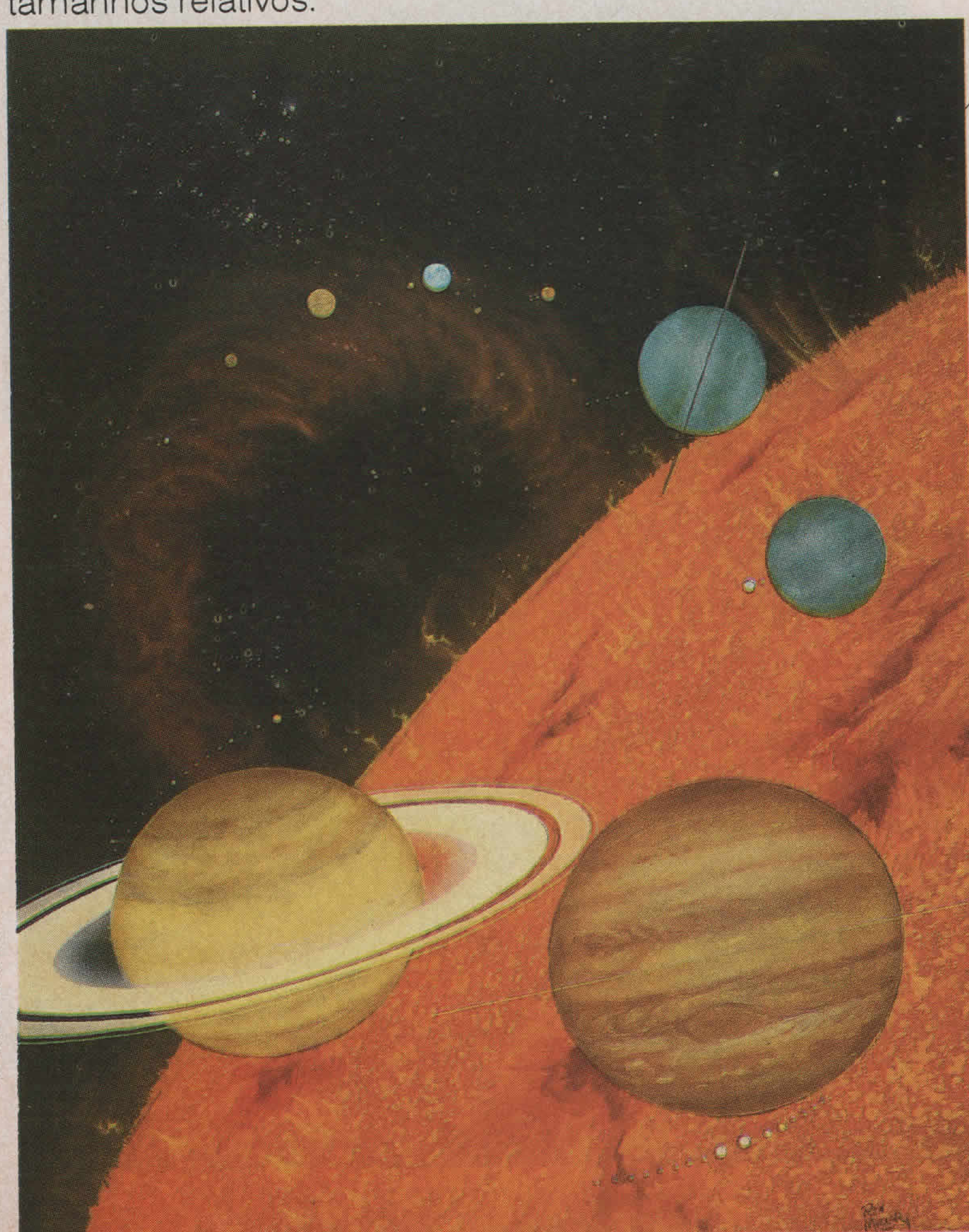
A Via Láctea e Nosso Sistema Solar: Lar, Doce Lar!

Para nós do sistema solar, tudo começou mais ou menos no mesmo canto remoto da Via Láctea, onde vivemos hoje. Há quase 5 bilhões de anos, o Sol tomou forma a partir de uma nuvem de gás e poeira em rotação, chamada nebulosa. Uns "poucos" milhões de anos depois, os planetas surgiram a partir da nebulosa solar em rotação. Hoje, o sistema solar parece um lugar bastante confortável.



© Tom Miller

Uma vista de nosso posto na borda interior do braço de Orion na Via Láctea. O centro galático em rotação brilha a milhares de anos-luz (dois quadros superiores). Uma exame mais próximo do sistema solar (abaixo, à esquerda) revela o Sol, planetas e as luas principais de acordo com seus tamanhos relativos.

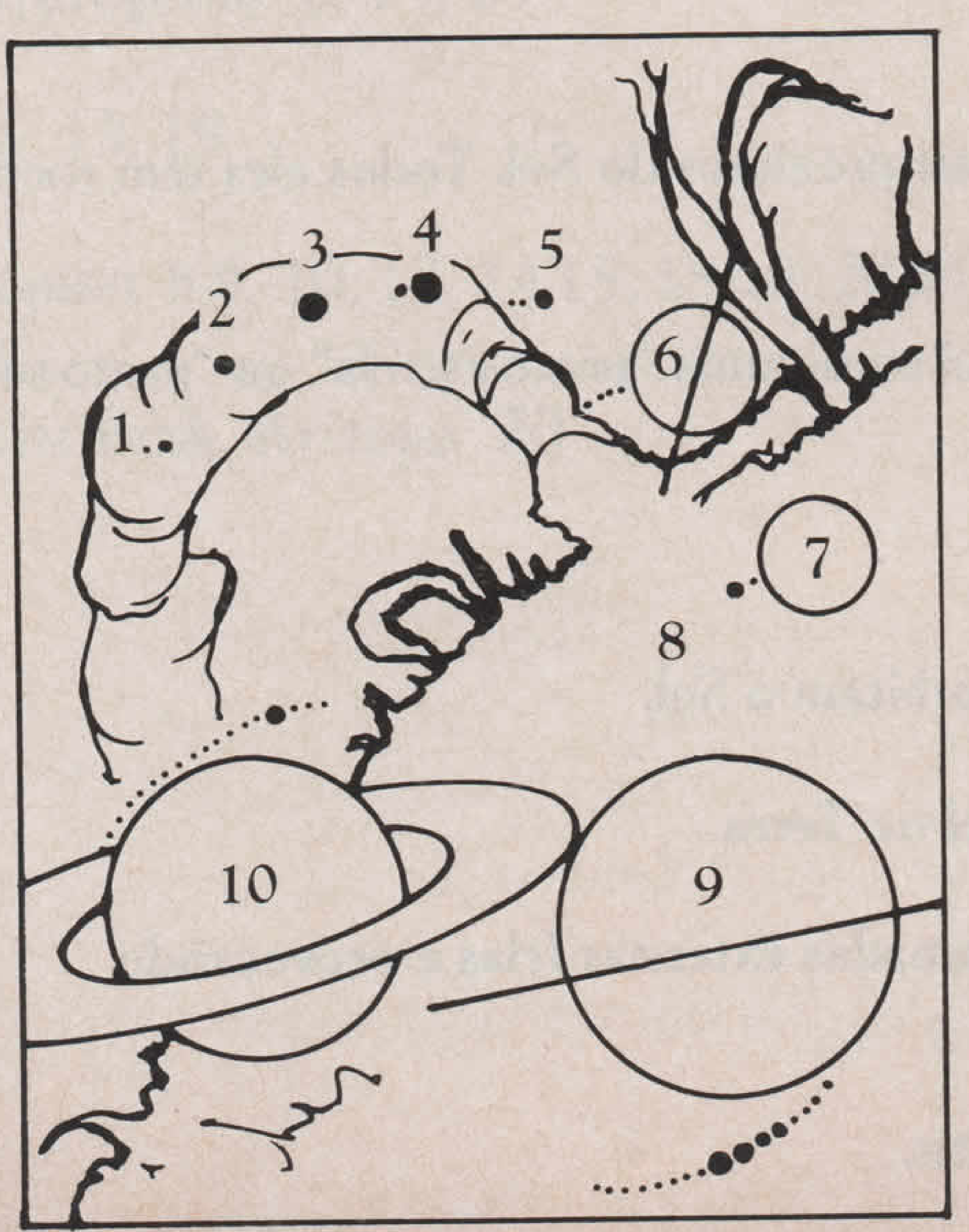


© Ron Miller

O Sol, do Começo ao Fim

Eis a vida de nosso Sol de ponta a ponta – das primeiras contrações de gás e poeira à nebulosa solar quase 5 bilhões de anos atrás, até o que esperamos seja sua forma final, a de uma fria anã negra, dezenas de bilhões de anos mais tarde. A forma do Sol como a conhecemos hoje – o que astrônomos chamam sua "seqüência principal" – dura na verdade apenas 10 bilhões de anos. Este período começa quando a fusão nuclear ocorre no Sol, e termina quando ele se torna um gigante vermelho – daqui a cerca de 6 bilhões de anos. Você pode ver onde estes estágios começam e terminam na tabela abaixo. Lembre-se que as idades do Sol são contadas em milhões de anos. Assim, 4.700 milhões de anos – a idade atual da estrela – são na verdade iguais a 4,7 bilhões de anos.

Idade (milhões de anos)	O Que Aconteceu
0	Primeira contração de matéria, da nebulosa para o primeiro Sol, ou proto-estrela. Primeiros planetas, ou proto-planetas, começando a se formar dentro dos anéis em rotação do disco nebular solar.
1	O núcleo quente da proto-estrela se forma da contração.
70	Termina a contração da proto-estrela. Começa a fusão nuclear do hidrogênio no núcleo. Com o "espirro" dos restos de matéria nebular, o sistema solar passa a existir, e o Sol finalmente se torna uma estrela de "seqüência principal".
4.700	O Sol hoje.
7.000	Começa a se esgotar o hidrogênio no núcleo do Sol.
10.000	A queima de hidrogênio se move para fora para uma concha em torno do núcleo de hélio. Como resultado, o Sol queimará com mais brilho. As temperaturas da Terra começarão a subir, bem lentamente.
10.600	A vida do Sol como uma estrela de "seqüência principal" chega ao fim. Primeiro estágio do gigante vermelho. O núcleo de hélio entra em ignição. A área externa da estrela é forçada para fora. Temperaturas da Terra estarão num ponto de fervura.
10.650	Começa o estágio final do gigante vermelho. A Terra é um planeta torrado.
11.000	O estágio final do gigante vermelho atinge o estado máximo. A fusão de hélio move-se para a concha em torno do núcleo. A estrela moribunda libera gás e poeira como uma nebulosa "planetária". Anã branca se forma em 75.000 anos.
?	Anã branca esfria e vira anã negra, levando dezenas de bilhões de anos.



Esquerda: um guia para o sistema solar na página oposta.

CHAVE	
1 - Plutão	6 - Urano
2 - Mercúrio	7 - Netuno
3 - Vênus	8 - Sol
4 - Terra	9 - Júpiter
5 - Marte	10 - Saturno

Glossário

anã branca: o corpo pequeno, branco e quente que permanece após a morte de uma estrela como o nosso Sol.

asteróides: planetas muito pequenos ou objetos ainda menores feitos de rocha e metal. Há milhares deles em nosso sistema solar. Orbitam principalmente o Sol em grande números entre Marte e Júpiter. Mas alguns aparecem em outros pontos do sistema solar – na forma de meteoróides e uns possivelmente como luas "capturadas" por planetas como Marte.

bilhão: quase no mundotodo (e neste livro), número representado por um, seguido de nove zeros – 1.000.000.000. Em alguns países, tais como o Reino Unido (Grã-Bretanha), este número é chamado de "um mil milhões". Em tais lugares, o bilhão seria então representado pelo um, seguido de doze zeros – 1.000.000.000.000: um milhão de milhões, número conhecido no Brasil como um trilhão.

buraco negro: um grande objeto – geralmente uma estrela morta – tão comprimida, que nem a luz consegue escapar de sua força de gravidade.

estrelas duplas: estrelas que circulam em torno de outras.

fusão nuclear: a colisão e combinação de átomos de hidrogênio que produz hélio.

galáxia: qualquer dos grandes grupamentos de estrelas, gás e poeira que existe no Universo. Nossa galáxia é conhecida como Via Láctea.

gigantes gasosos: Júpiter, Saturno, Urano e Netuno; os planetas mais distantes do Sol, sem contar Plutão. Consistem em sua maior parte de hidrogênio e hélio, em vez rochas e metal.

hélio: um gás leve e incolor que faz parte de toda estrela.

hidrogênio: um gás incolor e inodoro. É o mais simples e leve dos elementos. As estrelas têm três quartos de hidrogênio.

meteorito: o meteoróide que atinge a Terra.

meteoro: um pequeno asteróide ou meteoróide que entrou na atmosfera da Terra. Também, o rastro brilhante de luz feito quando o meteoróide entra na atmosfera, ou se move por ela.

meteoróide: pedaço de rocha ou metal vagando pelo espaço. Meteoróides podem ser tão grandes como asteróides ou tão pequenos como grãos de poeira.

nebulosa: uma vasta nuvem de poeira e gás no espaço.

planetas rochosos: Mercúrio, Vênus, Terra e Marte; os planetas mais próximos do Sol. Todos eles têm rocha e metal em seus centros.

proto: forma primeira de qualquer coisa. Neste livro, falamos do Sol como uma "proto-estrela" ou "proto-sol", e sobre os primeiros planetas como "protoplanetas".

satélite: outro nome para as luas que orbitam os planetas.

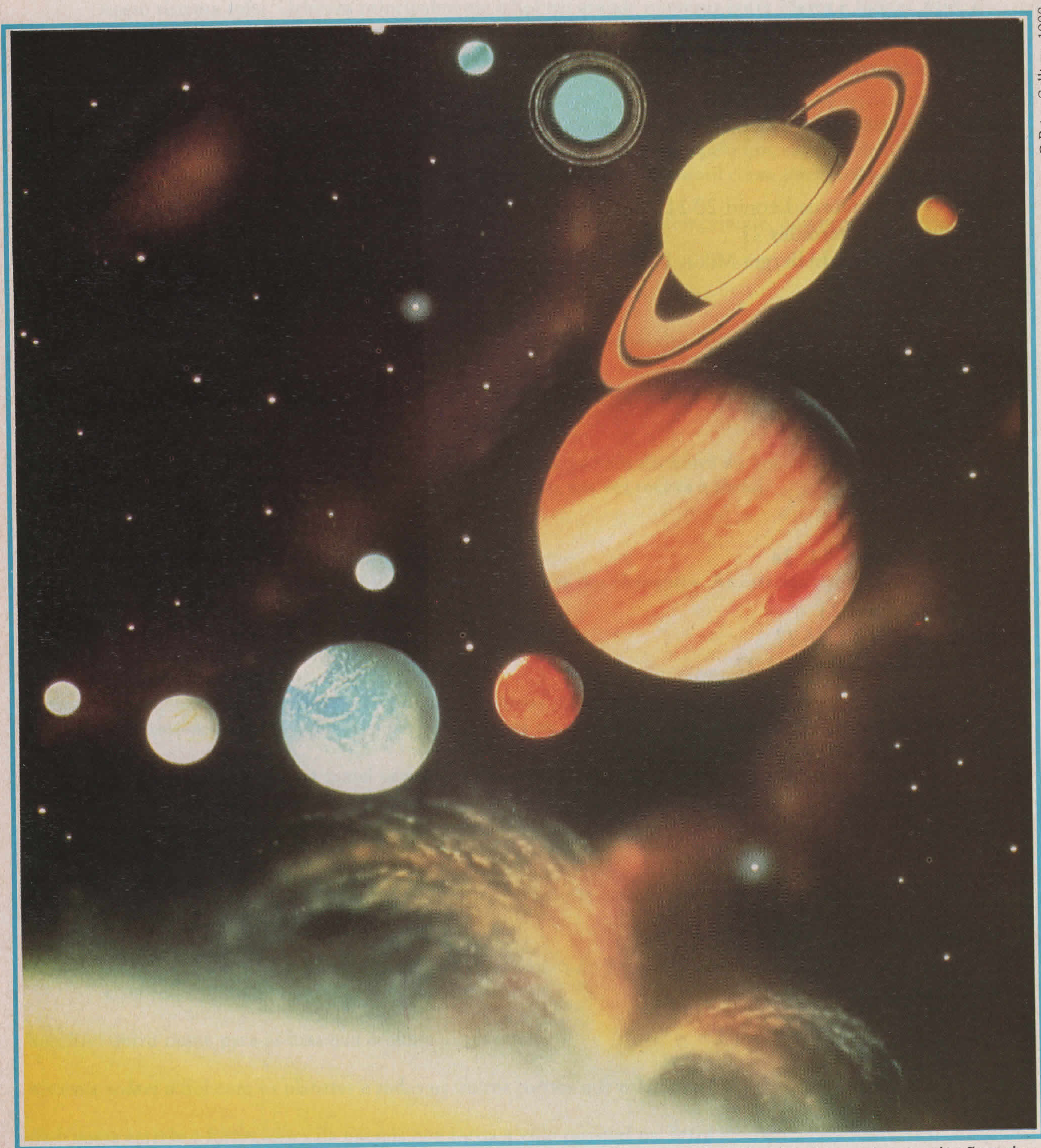
sistema solar: o Sol com os planetas e todos os outros corpos que orbitam o Sol.

Sol: nossa estrela e fornecedora da energia que torna a vida possível na Terra.

supernova: uma gigante vermelha que morreu, esquentando suas camadas externas frias e provocando explosões.

Universo: tudo o que sabemos existir e que acreditamos poder existir.

Índice Remissivo



A capa desta edição traz uma representação artística do nosso sistema solar. Iluminados pelas explosões do Sol aparecem, de baixo para cima e no sentido anti-horário: Mercúrio, Vênus, Terra (e a Lua), Marte, Júpiter, Saturno (também acompanhado por um de seus muitos satélites), Urano, Netuno e Plutão (quase um pontinho perdido na imensidão do cosmo).

ISAAC ASIMOV

COLEÇÃO FRONTEIRAS DO UNIVERSO

Uma visão científica, abrangente e acessível do espaço, com informações quentíssimas, ilustrações tão realistas que parecem fotos e fotos tão incríveis que parecem ilustrações!

Um Universo de fatos, imagens e outras atrações muito especiais.

Seções com as mais impressionantes teorias e mistérios inexplicados sobre temas irresistíveis!

Glossários em todas as edições, traduzindo de forma simples, clara e direta, os termos citados!

Fotos oficiais, cedidas por agências espaciais! As imagens captadas por astronautas e sondas!

O Sistema Solar

Neste volume, você descobrirá como se formou o nosso sistema solar... e como ele vai acabar!

Isaac Asimov explica o surgimento do Sol e como os planetas são mantidos em órbitas estáveis!

E mais... muito mais!

LIVROS Abril Jovem

ISBN 85-7305-009-8

9 788573 050097